



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

RANCANG BANGUN ROBOT PENYEMPROT PESTISIDA OTONOM DENGAN SISTEM *WALL-FOLLOWER* PADA PENYEMPROTAN TANAMAN CABAI

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



UIN SUSKA RIAU

Oleh:

MUHAMMAD BUDIONO

11555101802

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU**

2021

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN ROBOT PENYEMPROT PESTISIDA OTONOM DENGAN SISTEM *WALL-FOLLOWER* PADA PENYEMPROTAN TANAMAN CABAI

TUGAS AKHIR

Oleh :

MUHAMMAD BUDIONO
11555101802

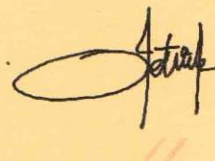
Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
Di Pekanbaru, pada tanggal 25 Juni 2021

Pembimbing I


Digitally signed
by Aulia Ullah
Tanggal: 09
Juli 2021
15:00:47

Aulia Ullah, ST., M.Eng
NIP. 19850618 201503 1 003

Pembimbing II



Digitally signed by Oktaf
Brilian Kharisma
DN: cn=Oktaf Brilian
Kharisma, o, ou,
email=brilian@uin-
suska.ac.id, c=ID
Date: 2021.07.09 15:21:44
+07'00'

Oktaf Brilian Kharisma, ST., MT
NIP. 19841012 201503 1 003

Ketua Program Studi


Digitally signed
by Ewi
Ismaredah
Tanggal:
2021.08.02
09:38:55 WIB

Ewi Ismaredah, S. Kom., M.Kom
NIP. 19750922 200912 2 002

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN ROBOT PENYEMPROT PESTISIDA OTONOM DENGAN
SISTEM WALL-FOLLOWER PADA PENYEMPROTAN TANAMAN CABAI**

TUGAS AKHIR

Oleh :

MUHAMMAD BUDIONO
11555101802

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Di Pekanbaru, pada tanggal 25 Juni 2021

Pekanbaru, 25 Juni 2021

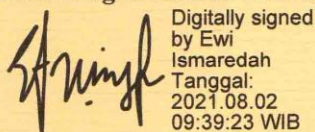
Mengesahkan,

Dekan



Dr. Hartono, M.Pd
NIP. 19640301 199203 1 003

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Ewi Ismaredah, S. Kom., M.Kom
NIP. 19750922 200912 2 002

DEWAN PENGUJI :

Ketua : Ewi Ismaredah, S. Kom., M.Kom

Digitally signed
by Ewi Ismaredah
Tanggal:
2021.08.02
09:39:18 WIB

Sekretaris I : Aulia Ullah, ST., M.Eng

Digitally signed by
Aulia Ullah
Tanggal: 09 Juli
2021 15:01:02

Sekretaris II : Oktaf Brilian Kharisma, ST., MT

Disahkan Oleh :
Oktaf Brilian
Kharisma
Tanggal: 2021.07.09
15:37:43 WIB
Lokasi: Pekanbaru

Anggota I : Jufrizel, ST., MT

Digitally
signed by
Ahmad
Faizal
Tanggal:
2021.07.29
21:40:48 WIB

Anggota II : Ahmad Faizal, ST., MT



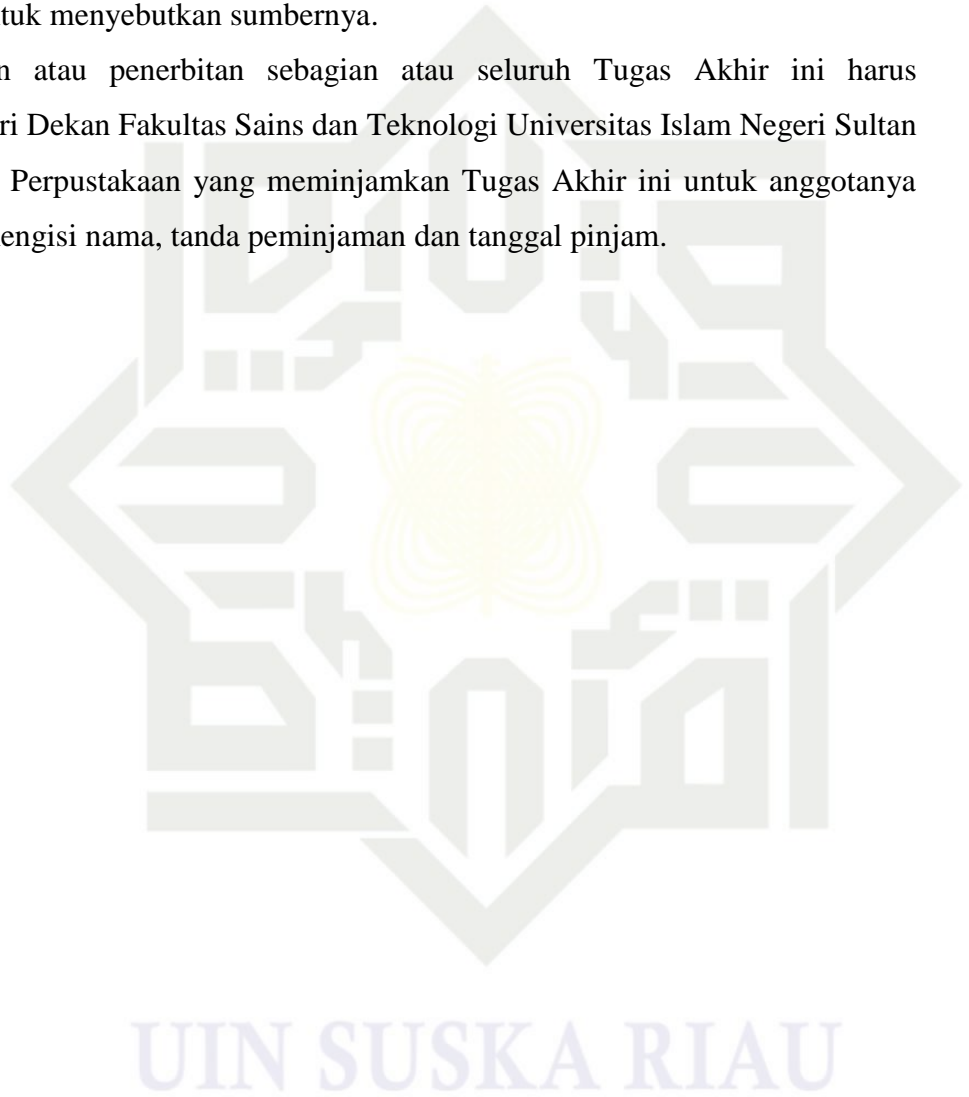
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





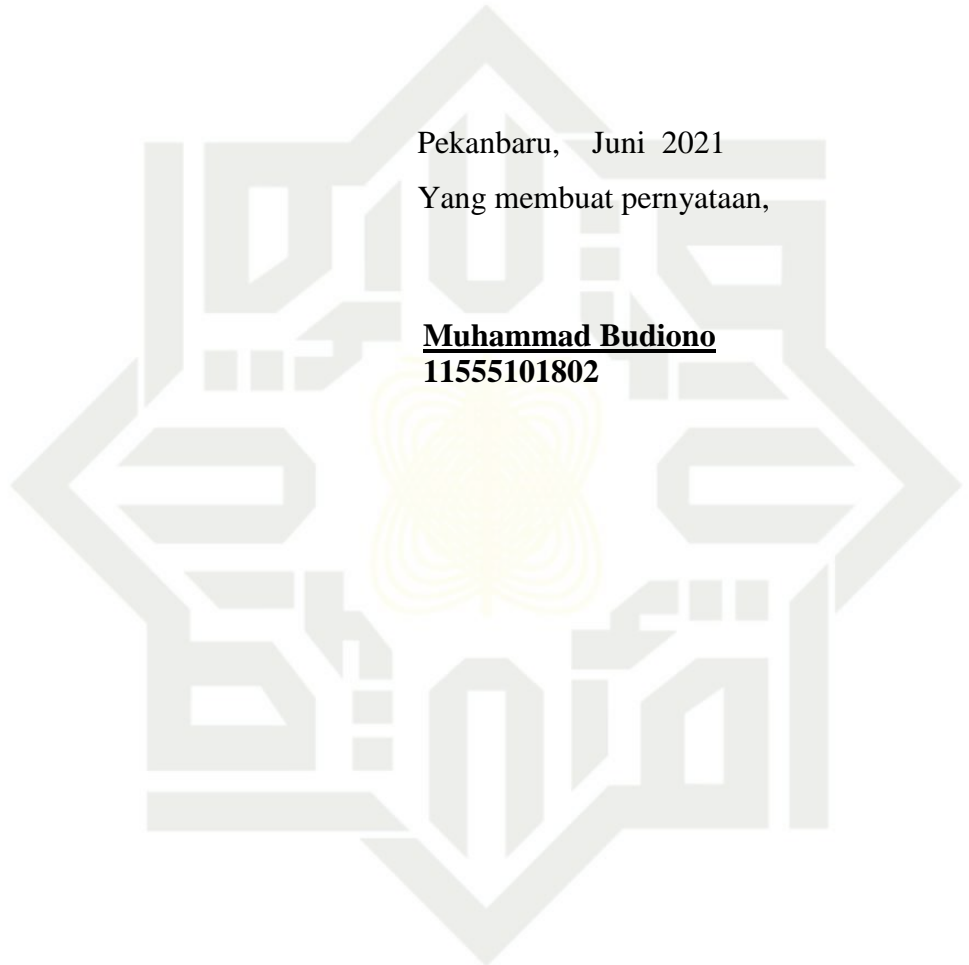
LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, Juni 2021

Yang membuat pernyataan,

Muhammad Budiono
11555101802



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Ditangguhkan Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang
Semua perbuatan tergantung niatnya, dan (balasan) bagi tiap-tiap orang (tergantung) apa yang diniatkan.
 (HR. Bukhari)

Karya tulis ini merupakan anugerah dari Allah SWT yang tidak ternilai harganya.

Sebuah karya yang telah menghantarkan ku sebagai seorang Sarjana.

“Hanya kepada engkaulah kami menyembah dan hanya kepada engkaulah kami mohon pertolongan” (QS. Al Fatihah: 5)

Semua ini ku persembahkan kepada:

Kedua orang tuaku yang selalu berkorban, memberikan kasih sayang, tuntunan, bimbingan, serta doa dan semangat agar selalu sabar dan tawakal dalam menjalani hidup ini

“...Wahai Tuhanku, kasihilah mereka keduanya, sebagaimana mereka berdua telah mendidik aku semenjak kecil” (QS. Al Israa’: 24)

Untuk keluargaku, abang dan kakakku

Terima kasih atas doa, curahan kasih sayang dan dorongan yang kalian berikan

Untuk sahabat dan teman-teman

Terima kasih buat sahabat dan teman-teman atas doa dan dukungannya

Kalian adalah orang-orang terbaik yang pernah ku temui dalam kehidupan ini



RANCANG BANGUN ROBOT PENYEMPROT PESTISIDA OTONOM DENGAN SISTEM *WALL-FOLLOWER* PADA PENYEMPROTAN TANAMAN CABAI

MUHAMMAD BUDIONO

11555101802

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Perlindungan tanaman cabai dari serangan hama dan penyakit melalui penyemprotan pestisida berfungsi untuk mencegah kerusakan dan rendahnya hasil panen. Tetapi dalam proses penyemprotan pestisida pada tanaman terjadi permasalahan seperti penyemprotan tidak merata dan penggunaan pestisida yang boros. Salah satu solusinya dengan menggunakan sistem yang mampu melakukan penyemprotan terukur dan otomatis yang mampu menyemprot seluruh tanaman. Untuk mewujudkan itu, Penelitian ini mengusulkan sebuah robot penyemprot otonom yang mampu menyusuri bedengan dan melakukan penyemprotan pestisida secara otomatis pada tanaman cabai. Sistem ini terdiri dari mikrokontroler arduino uno sebagai kontroler dan sensor ultrasonik HY-SRF05 diposisikan sebagai deteksi sisi kanan, kiri, depan dan deteksi tanaman, kemudian *driver* IBT_2 sebagai *driver* motor penggerak roda belakang, motor servo SPT5435LV-180 sebagai penggerak steering roda depan, *limit switch* dan *buzzer* sebagai tanda bahwa cairan pestisida habis atau sebagai tanda dari akhir kerja robot. Hasil pengujian menunjukkan bahwa robot berhasil melakukan penelusuran dinding bedengan dan berhasil melakukan penyemprotan otomatis tanpa menghasilkan penyemprotan berlebih dengan kecepatan jalan 0,3125 m/s, ketinggian semprotan 60 cm, lebar semprotan 115 cm dan debit semprotan 17,94 ml/det.

Kata kunci: *Wall follower*, Penyemprotan Otomatis, Arduino Uno, Ultrasonik HY-SRF05



DESIGN OF AUTONOMIC PESTICIDE SPRAYER ROBOT WITH SYSTEM WALL-FOLLOWER ON SPRAYING CHILI PLANT

MUHAMMAD BUDIONO

11555101802

Department Of Electrical Engineering

Faculty of Science and Technology

State Islamic University Sultan Syarif Kasim Riau

Soebrantas St. No. 155 Pekanbaru

ABSTRACT

Protection of chili plants from pests and diseases through pesticide spraying functions to prevent damage and low yields. But in the process of spraying pesticides on plants there are problems such as uneven spraying and wasteful use of pesticides. One solution is to use a system that is capable of measuring and automatic spraying capable of spraying all plants. To achieve this, this study proposes an autonomous spraying robot that is able to walk along the bed and spray pesticides automatically on chili plants. The system consists of a microcontroller arduino uno as a controller and an ultrasonic sensor HY-SRF05 is positioned as the detection of the right, left, front and detection of plant, then the drivers IBT_2 as driver motor rear wheel drive, servo motor SPT5435LV-180 as the driving steering front wheels, limit switching and a buzzer as a sign that the pesticide solution runs out or as a sign of the end of the robot's work. The test results show that the robot successfully traced the wall and managed to perform automatic spraying without generating excessive spraying the road speed 0.3125 m/s, spray height of 60 cm, a width of 115 cm and discharge sprays 17.94 ml/sec.

Key words: Wall follower, Automatic Spraying, Arduino Uno, Ultrasonic HY-SRF05

UIN SUSKA RIAU

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil 'alamin, segala puji dan syukur selalu tercurah kehadiran Allah Swt atas limpahan Rahmat, Nikmat, Ilmu, dan Karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat mengerjakan dan akhirnya menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Rancang Bangun Robot Penyemprot Pesticida Otonom Dengan Sistem Wall-Follower Pada Penyemprotan Tanaman Cabai”** sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana akademik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi. Shalawat beserta salam penulis hadiahkan kepada Nabi Muhammad Shalallahu‘Alaihi Wassalam yang merupakan suri tauladan bagi kita semua, semoga kita semua termasuk dalam umatnya yang kelak mendapat syafa’at dari beliau.

Banyak sekali yang telah penulis peroleh berupa ilmu pengetahuan dan pengalaman selama menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Elektro. Penulis berharap Tugas Akhir ini nantinya dapat berguna bagi semua pihak yang memerlukannya. Penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang setulusnya kepada pihak-pihak yang terkait berikut:

1. Teristimewa teruntuk kedua Orang tua saya Bapak Nyoto dan Ibu Turimah yang telah mendo’ akan dan memberikan dukungan, serta motivasi agar saya dapat tawakal dan sabar sehingga sukses memperoleh kelancaran dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik.
2. Kepada keluarga yang selalu membantu dan memberikan semangat selama pengerjaan tugas akhir ini.
3. Bapak Prof. Dr. Khairunnas Rajab, M.Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Bapak Dr. Drs. Ahmad Darmawi, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Ibu Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
6. Bapak Mulyono, ST., MT. selaku Sekretaris Prodi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
7. Bapak Ahmad Faizal, ST., MT. selaku koordinator Tugas Akhir Prodi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi yang selalu membantu memberikan inspirasi dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Bapak Abdillah, S. SI, M.I.T selaku pembimbing akademik (PA) yang selalu membantu, selalu mendukung serta selalu memberikan inspirasi, motivasi, dan kesabaran dalam memberikan arahan maupun kritikan yang membangun kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Bapak Aulia Ullah, ST., M.Eng. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Oktav Brilliant Kharisma, ST., MT. selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir (TA) yang selalu memberikan inspirasi, motivasi, dan kesabaran dalam memberikan arahan maupun kritikan yang membangun kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Bapak Jufrizel ST., MT. selaku Dosen Penguji I dan Bapak Ahmad Faizal, ST., MT. selaku dosen penguji II yang telah banyak memberi masukan berupa kritik dan saran demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini.
11. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Prodi Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan curahan ilmu kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Bapak Agus Iswanto yang telah mengizinkan penggunaan lahan untuk pengujian dan implementasi alat dalam proses penelitian serta petani Holtikultura yang telah bersedia meluangkan waktu dalam kegiatan wawancara dan pengisian kuesioner.
13. Kepada Agus salim SE, Hambali SP, Samsul Bahry Dalimunte SP, Saiful Bahri SE, Jamaluddin ST, Bagus Artani, Teguh Santo dan Khalilul' Afif yang telah membantu dalam proses observasi, pengujian alat dan sumbangan pemikiran.
14. Semua pihak yang telah banyak membantu dan memberi motivasi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini mulai dari awal hingga selesai yang tidak mungkin disebutkan satu persatu, semoga ilmu yang diberikan kepada penulis dapat bermanfaat.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan ini masih banyak terdapat kekurangan serta kesalahan, untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis menerima segala saran serta kritik yang bersifat membangun, agar lebih baik dimasa yang akan datang.



Harapan penulis, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi penulis sendiri khususnya, serta memberikan manfaat yang luar biasa bagi pembaca dimasa mendatang.

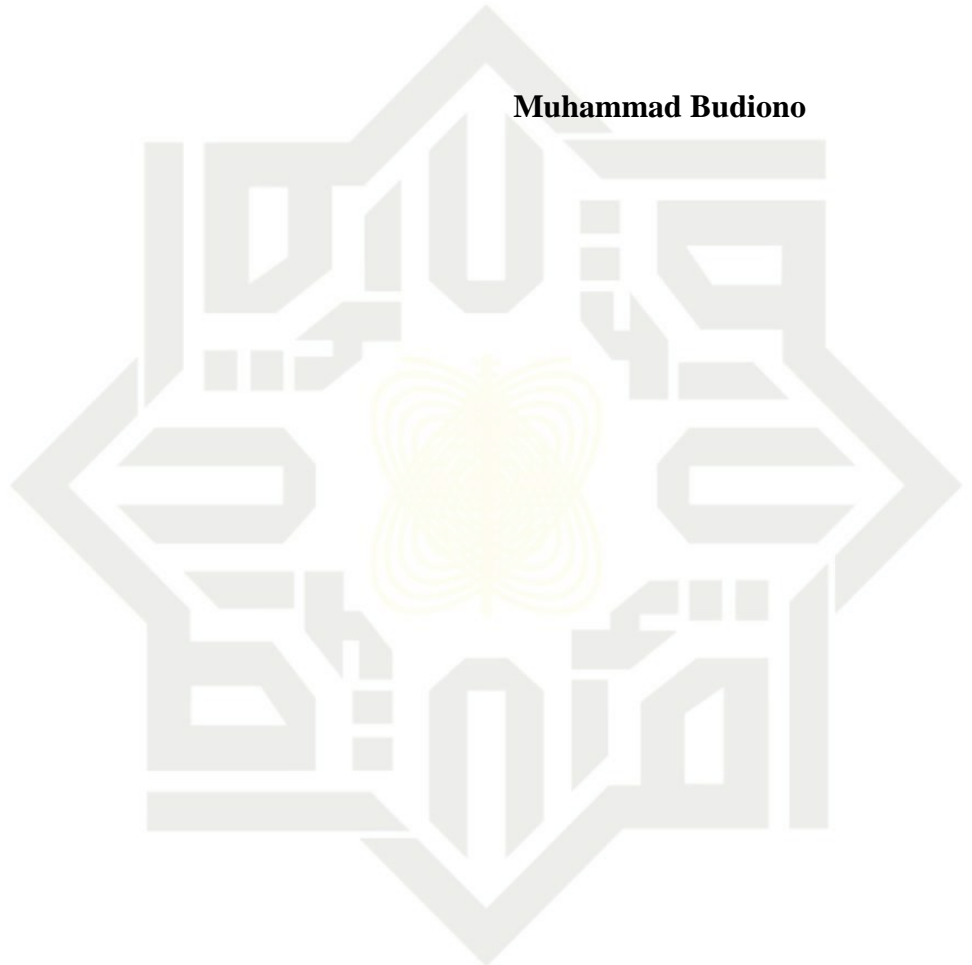
Aamiin.

Wassalamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh

Pekanbaru, 25 Juni 2021

Penulis

Muhammad Budiono



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-5
1.3 Tujuan Penelitian	1-6
1.4 Batasan Masalah	1-6
1.5 Manfaat Penelitian	1-7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terkait	II-1
2.2 Cabai Merah (<i>Capsicum Annum L.</i>).....	II-4
2.3 Bedengan.....	II-5
2.4 Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT)	II-6
2.5 Arduino Uno	II-8
2.6 Software Arduino IDE (<i>Integrated Development Environment</i>)	II-9
2.7 Sensor Ultrasonik HY-SRF 05.....	II-10
2.8 <i>Driver</i> Motor IBT_2	II-11
2.9 Motor Wiper.....	II-11
2.10 Motor Servo SPT5435LV-180.....	II-12
2.11 DC Dimmer.....	II-12
2.12 Relay	II-13
2.13 Pompa Air	II-13



2.14	<i>Limit Switch</i>	II-14
2.15	Modul <i>Stepdown</i> XL4015	II-15
2.16	<i>Buzzer</i>	II-15
2.17	Baterai	II-16
2.18	Robot <i>Wall Follower</i>	II-16
2.19	Deposit dan kalibrasi.....	II-18

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Jenis Penelitian.....	III-1
3.2	Proses Alur Penelitian.....	III-1
3.3	Tahap Perencanaan	III-3
3.4	Tahapan Pengumpulan Data	III-4
3.4.1	Tahap Analisa Kebutuhan Sistem	III-4
3.4.2	Data Yang Dibutuhkan Dalam Proses Perancangan	III-5
3.4.3	Alat Pengambilan Data	III-6
3.5	Tahap Perancangan	III-6
3.6	Desain Mekanik Robot	III-7
3.7	Perancangan <i>Hardware</i>	III-11
3.7.1	Perancangan <i>Power Supply</i>	III-11
3.7.2	Perancangan Sensor Ultrasonik HY-SRF05	III-11
3.7.3	Perancangan Motor Servo SPT5435LV-180	III-12
3.7.4	Perancangan <i>Driver</i> Motor IBT_2 Dengan Motor Wiper.....	III-13
3.7.5	Perancangan Pompa	III-14
3.7.6	Rancangan <i>Hardware</i> Kontrol Keseluruhan.....	III-16
3.8	Perancangan <i>software</i>	III-16
3.8.1	Perancangan Diagram Alir Program robot.....	III-16
3.9	Tahapan Pengujian.....	III-11
3.9.1	Pengujian Perangkat Lunak (<i>software</i>)	III-19
3.9.2	Pengujian <i>Hardware</i>	III-19
3.10	Pengujian Kinerja Robot Penyemprot Pestisida	III-20
3.10.1	Pengujian Sensor Ultrasonik Terhadap Dinding Bedengan	III-21
3.10.2	Pengujian Motor Servo	III-22
3.10.3	Pengujian Sensor Ultrasonik Terhadap Motor Servo	III-22
3.10.4	Pengujian Sensor Ultrasonik Terhadap <i>Driver</i> IBT_2	III-23



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.10.5 Pengujian Pembacaan Sensor Ultrasonik Tanaman.....	III-23
3.10.6 Pengujian Kecepatan Gerak Robot	III-24
3.10.7 Pengujian Robot Ketika Berbelok	III-24
3.10.8 Pengujian Semprotan	III-25
3.10.9 Pengujian Fungsi <i>Limit Switch</i>	III-25
3.11 Implementasi.....	III-26
3.12 Uji Kelayakan Robot	III-26

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1 Hasil Perancangan Robot	IV-1
4.2 Hasil Pengujian Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	IV-3
4.2.1 Pengujian Catu Daya.....	IV-3
4.2.2 Pengujian Mikrokontroler Arduino Uno	IV-4
4.2.3 Pengujian Sensor Ultrasonik HY-SRF05	IV-6
4.2.4 Pengujian <i>Driver IBT_2</i>	IV-8
4.2.5 Pengujian Motor Wiper	IV-9
4.2.6 Pengujian Motor Servo	IV-10
4.2.7 Pengujian Relay	IV-11
4.2.8 Pengujian Motor Pompa Sprayer	IV-11
4.2.9 Pengujian <i>Limit Switch</i> dan <i>Buzzer</i>	IV-12
4.3 Hasil Pengujian Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	IV-13
4.4 Pengujian Kinerja Robot Penyemprot Pestisida	IV-14
4.4.1 Pembacaan Sensor Ultrasonik Terhadap Dinding Bedengan.....	IV-15
4.4.2 Pengujian Motor Servo	IV-16
4.4.3 Hubungan Sensor Ultrasonik Terhadap Motor Servo	IV-16
4.4.4 Hubungan Sensor Ultrasonik Terhadap <i>Driver IBT_2</i>	IV-18
4.4.5 Pembacaan Sensor Ultrasonik Terhadap Tanaman.....	IV-18
4.4.6 Pengujian Kecepatan Gerak Robot	IV-19
4.4.7 Pengujian Robot Ketika Berbelok.....	IV-21
4.4.8 Pengujian Semprotan	IV-22
4.4.9 Pengujian Fungsi <i>Limit Switch</i> Sebagai Tanda Akhir Kerja Robot dan Tanda Pestisida Habis	IV-27
4.5 Hasil Implementasi	IV-28
4.6 Pengujian Kelayakan Dengan Kuesioner.....	IV-30



BAB V HASIL DAN ANALISA

5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Hak Cipta Ditangguhkan Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU



DAFTAR GAMBAR

Gambar

Halaman

2.1	Bedengan Pada Lahan Kering/Tegalan.....	II-5
2.2	Bedengan Pada Lahan Sawah	II-6
2.3	Bentuk Bedengan Berdasar Musim	II-6
2.4	Trips Pada Bunga Cabai Dan Gejala Serangan Pada Daun Cabai.....	II-7
2.5	Arduino Uno	II-8
2.6	Tampilan <i>Software</i> arduino Ide.....	II-9
2.7	Sensor Ultrasonik HY-SRF 05	II-9
2.8	<i>Driver</i> Motor IBT_2	II-10
2.9	Motor Wiper	II-11
2.10	Motor Servo SPT5435LV-180.....	II-12
2.11	DC Dimmer.....	II-12
2.12	Modul Relay 1 Canel	II-13
2.13	Pompa Air DC	II-14
2.14	Konstruksi <i>Limit Switch</i>	II-14
2.15	Modul <i>Stepdown</i> XL1405	II-15
2.16	<i>Buzzer</i>	II-15
2.17	Konstruksi Baterai	II-16
2.18	Ilustrasi Robot Dalam Lintasan	II-17
2.19	Ilustrasi Batas-Batas Fungsi Masukan Sisi Kanan Dan Sisi Kiri	II-17
2.20	Sistem Wall Follower	II-18
2.21	Sudut Penyemprotan, Lebar Dan Tinggi Semprotan.....	II-20
3.1	<i>Flowchart</i> Tahapan Penelitian	III-2
3.2	Blok Diagram Perancangan Sistem	III-6
3.3	Desain Tata Letak Komponen Tampak Bagian Depan	III-8
3.4	Desain Tata Letak Komponen Tampak Bagian Belakang.....	III-9
3.5	Desain Dimensi Robot.....	III-10
3.6	Tanaman yang Di tanam Pada Bedengan	III-10
3.7	Gambar Keseluruhan Bedengan Budidaya Tanaman Cabai Dengan Robot ..	III-10
3.8	Rangkaian Arduino Uno dengan Modul <i>Stepdown</i> XL1405	III-11
3.9	Rangkaian Arduino Uno dengan Sensor Ultrasonik HY-SRF05	III-12



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.10 Rangkaian Perancangan Arduino Uno dengan Motor Servo	III-13
3.11 Rangkaian Perancangan Arduino Uno dengan <i>Driver</i> Motor IBT_2	III-14
3.12 Rangkaian Perancangan Arduino Uno dengan Pompa dan DC Dimmer	III-15
3.13 Rangkaian Perancangan Keseluruhan Alat	III-16
3.14 <i>Flowchart</i> Keseluruhan Robot Penyemprot Pesticida	III-18
3.15 Alur Pengujian Kinerja Alat	III-21
4.1 Hasil Perancangan <i>Hardware</i> Robot	IV-2
4.2 Pengukuran Tegangan Keluaran Catu Daya	IV-3
4.3 Perancangan Arduino Uno dengan LED	IV-5
4.4 Pengujian Sensor Ultrasonik	IV-6
4.5 Tampilan Serial Monitor Pengujian Sensor Ultrasonik	IV-6
4.6 Pengujian <i>Driver</i> IBT_2	IV-8
4.7 Pengujian Motor Servo (a) Sudut 90 ⁰ dan Sudut 45 ⁰	IV-10
4.8 <i>Pengujian Relay</i>	IV-11
4.9 Pengujian <i>Limit Swict</i> dan <i>Buzzer</i>	IV-13
4.10 Proses <i>Upload</i> Program	IV-14
4.11 Pengujian Sensor Ultrasonik Terhadap Dinding Bedengan	IV-15
4.12 Pengujian Motor Servo (a) sudut 115 ⁰ dan (b) sudut 35 ⁰	IV-16
4.13 Pengukuran Putaran Roda Belakang	IV-20
4.14 Penyemprotan	IV-20
4.15 Pengujian Lebar Semprotan Pada Tanaman	IV-22
4.16 Penyemprotan Robot	IV-23
4.17 Hasil Pengujian Penyemprotan Robot	IV-26
4.18 Hasil Penyemprotan Manual	IV-28
4.19 Pengujian <i>Limit Switch</i>	IV-27



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Klasifikasi Cabai Merah Dalam Taksonomi.....	II-5
2.2 Spesifikasi Arduino Uno.....	II-8
2.3 Spesifikasi Sensor Ultrasonik	II-10
2.4 Spesifikasi <i>Driver</i> Motor IBT_2	II-10
2.5 Spesifikasi Motor Servo SPT5435LV-180	II-12
2.6 Spesifikasi DC Dimmer	II-13
2.7 Karakteristik Modul Relay 1 Canel	II-13
3.1 Pin Arduino Uno Untuk Pengkabelan Sensor Ultrasonik HY-SRF05	III-12
3.2 Penggunaan Pin Arduino Uno dengan Motor Servo	III-13
3.3 Pin Arduino Uno Untuk Pengkabelan <i>Driver</i> Motor IBT_2	III-14
3.4 Pin Arduino Uno Untuk Pengkabelan Relay Pompa dan DC Dimmer	III-15
3.5 Contoh Pengujian Sensor Ultrasonik Terhadap Dinding Bedengan.....	III-21
3.6 Contoh Pengujian Motor Servo	III-22
3.7 Pengujian Sensor Ultrasonik Terhadap Motor Servo	III-22
3.8 Pengujian sensor ultrasonik terhadap <i>driver</i> IBT_2	III-23
3.9 Pengujian Pendeteksian Sensor Ultrasonik Terhadap Tanaman Cabai	III-24
3.10 Pengujian Robot Ketika Berbelok	III-24
3.11 Pengujian Semprotan	III-25
3.12 Pengujian <i>Limit Switch</i>	III-25
3.13 Tabel Perbandingan Sebelum Dan Sesudah Pengimplementasian Robot	III-26
4.1 Hasil Pengukuran Tegangan Keluaran Catu Daya	IV-3
4.2 Hasil Pengukuran Jarak Sensor Ultrasonik Pada Benda.....	IV-7
4.3 Hasil Pengujian <i>Driver</i> IBT_2	IV-8
4.4 Pengujian Motor Wiper	IV-9
4.5 Perbandingan Sudut Input Arduino dan Terbaca Pada Servo	IV-10
4.6 Pengujian Solenoid Valve.....	IV-11
4.7 Pengujian Motor Pompa Sprayer	IV-12
4.8 Pengujian <i>Limit Swict</i> dan <i>Buzzer</i>	IV-13
4.9 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik Terhadap Dinding Bedengan	IV-15



4.10 Pengujian Motor Servo	IV-16
4.11 Pengujian Sensor Ultrasonik Terhadap Motor Servo	IV-17
4.12 Respon <i>Driver</i> Motor Terhadap Pembacaan Sensor Ultrasonik.....	IV-18
4.13 Pengujian Pendeteksian Sensor Ultrasonik Terhadap Tanaman Cabai	IV-19
4.14 Pengujian Robot Ketika Berbelok	IV-21
4.15 Hasil Pengujian Semprotan.....	IV-23
4.16 Perbedaan hasil semprotan robot dengan semprotan manual	IV-26
4.17 Pengujian <i>Limit Switch</i>	IV-28
4.18 Hasil Implementasi	IV-28
4.19 Hasil perbandingan penyemprotan manual dengan penyemprotan robot	IV-29
4.20 Hasil Jawaban Responden	IV-31
4.21 Hasil Persentase Skor	IV-34

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR SINGKATAN

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta
Hindang Undang
LCD
IDE
DC
NO
NC
cm
m
ml

BPS : Badan Pusat Statistik
OPT : Organisme Pengganggu Tanaman
LCD : *Liquid Crystal Display*
IDE : *Integrated Development Environment*
DC : *Direct Current*
NO : *Normally Open*
NC : *Normally Close*
cm : centimeter
m : meter
ml : mili liter

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Sebagai negara yang subur kebanyakan penduduk Indonesia bermata pencaharian sebagai petani, Jumlah petani di Indonesia berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) menyebutkan pada 2018 yaitu sekitar 35,7 juta orang atau 28,79% dari jumlah penduduk 123,9,1 juta jiwa [1]. Kontribusi hasil pertanian pada pertumbuhan ekonomi Indonesia tahun 2018 berdasarkan Produk Domestik Bruto (PDB) mencapai 13,63%. Di antaranya produksi padi meningkat 14,42, jagung 52,1%, bawang merah 18,79%, cabai 27,09% pada 2017 dibandingkan dengan 2014 [1].

Dampak dari globalisasi dan perkembangan teknologi, mengakibatkan dunia pertanian Indonesia harus segera memberikan tanggapan untuk dapat terus bersaing, salah satu caranya adalah menaikkan mutu dan produktivitas hasil pertanian [2]. Salah satu jenis sayuran hasil hortikultura yang terus menaikkan hasil produksi yaitu cabai. Cabai merupakan sayuran bahan dasar yang penting dalam membuat sebuah masakan, dan memiliki fluktuasi harga yang signifikan [3]. Salah satu penyebab fluktuasi harga cabai adalah ketersediaan barang di pasaran yang disebabkan oleh rendahnya hasil panen karena serangan hama dan penyakit. Cabai sangat rentan terserang berbagai jenis hama dan penyakit seperti trips, kutu kebul, kutu daun persik, kutu daun, tungau dan penyakit layu [4]. Untuk mengatasi hama dan mencegah rendahnya hasil panen, petani melakukan penyemprotan tanaman cabai dengan rentang waktu 3 hari sekali untuk mencegah rusaknya daun muda maupun buah cabai, peran pestisida kimia sebagai pembasmi hama penyakit tanaman sangat penting dan tak terhindarkan [4].

Disisi lain pestisida kimia merupakan sarana pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang paling banyak digunakan oleh petani di Indonesia, sekitar 95,29% petani Indonesia menggunakan pestisida kimia karena dianggap efektif, mudah digunakan dan secara ekonomi menguntungkan [5]. Pestisida yang terdaftar dan diizinkan di kementerian pertanian Indonesia pada 2016 telah mencapai 3.207 merek pestisida [6]. Ini merupakan bentuk dukungan pemerintah terhadap petani untuk menekan bahkan mencegah kegagalan panen dan meningkatkan hasil panen petani.



Selain pemanfaatan pestisida sebagai cara meningkatkan hasil pertanian, pestisida merupakan bahan kimia yang bersifat bioaktif, bersifat racun dan mengakibatkan pencemaran pada tanah pertanian. Selain terhadap lingkungan, walaupun sudah menggunakan peralatan perlindungan pestisida dan sistem filtrasi, pemakaian pestisida juga berdampak langsung pada kesehatan manusia, dampaknya yaitu pestisida mengkontaminasi pengguna secara langsung sehingga mengakibatkan keracunan [7]. Efek dari terpapar pestisida dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan *Multiplemyeloma*, sarkoma, kanker prostat, kanker rahim, gejala neurotoksik, pankreas serta Hodgkin [7]. Sebanyak 62,7% petani penyemprot sayuran di Kanagarian Alahan Kabupaten Solok pernah mengalami gejala neurotoksik. Berdasarkan hubungan signifikan antara jumlah dan komposisi pestisida yang digunakan [8].

Berdasarkan hasil wawancara langsung terhadap petani cabai merah keriting atau CMK yaitu bapak Ni'an yang tinggal di jalan garuda sakti Km. 3, kecamatan Tampan, Pekanbaru, bahwasannya dalam budidaya CMK kita tidak boleh lengah dalam perawatan karena cabai merah lebih mudah terserang hama dan penyakit misal keriting, lalat buah dan antraknosa, jika ditemukan tanda-tanda serangan hama dan penyakit maka penyemprotan pestisida dilakukan 3 hari sekali dengan jenis pestisida agrimec, pegasus, amistarop dan curacron, sedangkan jika tidak ada tanda-tanda serangan maka penyemprotan dilakukan seminggu sekali sebagai tindakan pencegahan. Dalam proses pengaplikasian pestisida ke tanaman CMK juga pernah mengalami tanda keracunan pestisida seperti pusing setelah melakukan penyemprotan tanaman akibat berlebihnya konsentrasi pestisida yang digunakan dan tidak memakai alat pelindung diri saat penyemprotan.

Interval penyemprotan pestisida untuk sayuran yang ditanam di lahan terbuka lebih sering dilakukan dibandingkan dengan tanaman yang ditanam di *green house*, Akan tetapi masyarakat Indonesia lebih banyak menggunakan teknik bertani di lahan terbuka dibandingkan teknik *green house* [9][10]. Hal itu disebabkan karena teknik *green house* membutuhkan biaya yang lebih besar dan pengetahuan yang cukup. Selain itu sayuran hasil *greenhouse* kalah saing harga dibandingkan harga sayuran di lahan terbuka yang memiliki harga lebih miring di pasaran.

Dalam proses penyemprotan cairan pestisida pada tanaman di lahan terbuka biasanya menggunakan tenaga manusia, jenis penyemprot yang biasa digunakan yaitu *knapsack sprayer*, menggunakan mesin bahan bakar bensin, helikopter dan traktor [11]. Berdasarkan



literatur tersebut penggunaan beberapa alat penyemprot memiliki kelemahan yaitu seperti *knapsack sprayer* dan penyemprot menggunakan mesin berbahan bakar bensin sangat melelahkan, karena petani harus menggondong *sprayer* dengan bobot mencapai 15 kg. Serta sangat besar peluang terjadinya kontaminasi ketika arah penyemprotan berlawanan dengan arah angin.

Kemudian penyemprotan melalui udara yaitu menggunakan helikopter dan penyemprotan menggunakan traktor memiliki kelebihan relatif lebih cepat dalam pengerjaan dan mencegah penyemprot dari kontaminasi pestisida [11]. Akan tetapi penggunaan helikopter hanya cocok digunakan untuk lahan pertanian yang sangat luas serta membutuhkan biaya operasional yang tinggi. Sedangkan metode penyemprotan menggunakan traktor, memiliki aturan tertentu untuk kondisi tanah di lahan pertanian. Hal ini menyebabkan traktor hanya dapat digunakan untuk melakukan penyemprotan pada lahan tertentu saja. Kebutuhan akan teknologi yang mampu melakukan penyemprotan pestisida secara otomatis, memiliki harga lebih terjangkau dan mampu melakukan pekerjaan yang mana kondisi tersebut tidak dapat dilakukan oleh teknologi traktor dan pesawat, merupakan titik berat dari kebutuhan petani di lahan terbuka atau pertanian konvensional.

Dimana berdasarkan hasil kuesioner dengan anggota komunitas petani binastari pekanbaru yaitu samsul dalimunte dan pebisnis sayuran di jalan kebun, garuda sakti yaitu bapak Agus Iswanto mengungkapkan bahwa dalam penyemprotan sering terjadi penyemprotan yang tidak merata dan penggunaan pestisida yang berlebihan sehingga perlunya sistem yang mampu mempermudah dalam pengaplikasian pestisida ke tanaman dalam pertanian konvensional dan mampu mengurangi jumlah pestisida yang digunakan karena biasanya ketika melakukan penyemprotan alat yang digunakan cukup berat dan sering melakukan penyemprotan secara berulang dan berlebihan.

Seiring dengan berjalannya waktu, perkembangan teknologi semakin pesat yang membuat pekerjaan manusia semakin mudah. Beberapa penelitian untuk solusi permasalahan akan kebutuhan teknologi dalam penyemprotan pestisida telah banyak dilakukan penelitian sebelumnya, salah satunya pengembangan sistem kontrol dan desain robot penyemprot pestisida. Dalam pengembangan ini menggunakan sistem komputer sebagai kontrolnya dan kendali PID digunakan sebagai kendali untuk mengurangi kecepatan ketika berbelok di sudut. Hasil percobaan menunjukkan bahwa robot mampu mengubah kecepatan ketika berbelok di sudut/ ujung tembok dan dapat melakukan penyemprotan



otomatis. Akan tetapi pengembangan ini hanya fokus pada pengendalian kecepatan roda robot ketika berbelok dan pengendalian untuk mengangkat lengan penyemprot pestisida ketika terdeteksinya adanya tiang. Tidak memperhatikan jumlah pestisida yang disemprotkan pada tanaman dan robot ini hanya dikembangkan untuk melakukan penyemprotan di rumah kaca [12].

Pengembangan robot penyemprotan pestisida luar ruangan juga sudah pernah dilakukan, robot hasil pengembangan tersebut mampu menghindari rintangan penyemprotan dengan integrasi modul multi sensor dan melakukan pelacakan jalur menggunakan GPS, akan tetapi robot ini tidak dikembangkan untuk penyemprotan pada tanaman di lingkungan luar yang memiliki spesifikasi tertentu seperti untuk tanaman yang ditanam di bedengan/gundukan tanah serta penggunaan GPS sebagai pelacak jalur sangat sulit dilakukan untuk pertanian di lahan terbuka yang memiliki koneksi internet yang terbatas dan tidak stabil [13].

Dalam proses penyemprotan pestisida, kebutuhan penyemprotan dengan presisi sangat dibutuhkan. Pengembangan robot untuk perangkat penyemprotan pestisida secara presisi juga sudah pernah dilakukan, pengembangan ini menggunakan kamera dan sensor jarak sebagai pendeteksi tanaman, serta melakukan penyemprotan target tertentu sekaligus mengurangi penggunaan pestisida. Hasil menunjukkan bahwa perangkat penyemprotan mampu mengurangi penggunaan pestisida hingga 45%. Akan tetapi, dalam penggunaan kamera sangat ketergantungan dengan cahaya sehingga kurang efektif untuk melakukan penyemprotan pestisida pada sayuran seperti cabai. Alat yang dirancang memiliki biaya pembuatan yang relatif mahal dan juga hanya melakukan penyemprotan spesifik pada buah dan tidak melakukan penyemprotan pada daun yang berpotensi akan terserang hama [14].

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah di uraikan tentang robot penyemprot pestisida otomatis bahwa robot yang dikembangkan digunakan untuk melakukan penyemprotan pestisida pada tanaman yang bukan ditanam pada bedengan [12][13][14]. Untuk melakukan penyemprotan pestisida secara otomatis pada tanaman yang ditanam di lahan terbuka dengan bentuk bedengan, diperlukan sebuah robot yang mampu berjalan menyusuri dinding lintasannya serta dapat melakukan pelacakan jalur untuk berbagai kondisi tanpa harus menggunakan akses GPS yang membutuhkan akses internet [15][16]. Dengan demikian dibutuhkan sistem yang mampu membaca dinding bedengan yang akan dijadikan lintasan robot dalam melakukan penyemprotan pestisida, sistem tersebut yaitu sistem *wall follower*. Sistem *wall follower* merupakan pengembangan dari sistem *line*



follower, sistem *wall follower* bergerak dengan membaca dinding lintasan. Berdasarkan penelitian sebelumnya yaitu penerapan sistem *wall follower* pada robot pemadam api beroda, dimana sistem bekerja dengan 5 sensor *ping parallax* sebagai navigator robot, sensor deteksi api, dan DC motor *driver* L298 serta 2 motor DC servo sebagai penggerak. Hasilnya sistem mampu bergerak mengikuti dinding lintasan dan robot mampu menemukan dan memadamkan api [15].

Kemudian pada penelitian penerapan sistem *wall follower* pada pengendalian gerak robot berbasis pengikut dinding dan pengikut garis, sistem bekerja dengan sensor ultrasonik HC-SR-04 sebagai pendeteksi dinding dan photodiode sebagai pendeteksi garis serta *driver* L298 sebagai *driver* motor DC. Hasilnya robot mampu bergerak mengikuti dinding dan robot mampu bergerak mengikuti garis dan berhasil menyusuri lintasan [16].

Berdasarkan penelitian yang telah diuraikan diatas dapat disimpulkan bahwa sistem *wall follower* dapat diterapkan pada penelitian ini. sistem *wall follower* bergerak dengan membaca dinding lintasan yang dapat menggantikan peran manusia dalam melakukan tugas yang berulang-ulang dan menghasilkan efisiensi, akurasi yang lebih besar, menghemat waktu serta sumber daya manusia [16][17][18]. Dengan demikian diharapkan robot penyemprot pestisida mampu melakukan penyusuran bedengan dan melakukan penyemprotan otomatis pada tanaman cabai yang ditanam pada bedengan secara terukur.

Berdasarkan masalah diatas peneliti tertarik melakukan penelitian yang berjudul **“Rancang Bangun Robot Penyemprot Pestisida Otonom Dengan Sistem Wall Follower Pada Penyemprotan Tanaman Cabai”**. Pada penelitian ini peneliti menggunakan beberapa perangkat sebagai pendukung bekerjanya sistem seperti arduino uno sebagai kontroler dan sensor ultrasonik HY-SRF05 di posisikan sebagai masukan sistem, 2 sensor ultrasonik sebagai pembaca dinding bedengan sebelah kanan dan kiri, 1 sensor ultrasonik bagian depan sebagai pembaca halangan yang ada di depan dan 2 sensor ultrasonik sebagai pendeteksi ada tidaknya tanaman sebelah kanan dan sebelah kiri. Kemudian *driver* IBT_2 sebagai *driver* motor penggerak roda belakang, motor servo SPT5435LV-180 sebagai penggerak steering roda depan, *limit switch* dan *buzzer* sebagai tanda bahwa cairan pestisida habis atau sebagai tanda dari akhir kerja robot.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari latar belakang permasalahan penelitian ini yaitu:

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



1. Bagaimana menerapkan sistem *wall follower* pada robot untuk menyusuri bedengan.
2. Bagaimana membuat robot melakukan penyemprotan otomatis berdasarkan masukan sensor ultrasonik HY-SR05.
3. Bagaimana mengatasi permasalahan penyemprotan berlebih dalam proses penyemprotan tanaman.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Membuat robot penyemprot pestisida otomatis yang mampu menyusuri dinding bedengan dengan sistem *wall follower* yang mampu diimplementasikan pada lahan pertanian konvensional dengan tanaman cabai yang di tanam di bedengan.
2. Robot mampu melakukan tugas penyemprotan otomatis.
3. Robot mampu melakukan penyemprotan secara terukur dan hasil semprotan sampai ke seluruh tanaman.

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino uno.
2. Menggunakan 5 sensor ultrasonik HY-SRF05 sebagai deteksi jarak antara robot dengan bedengan dan sebagai deteksi ada tidaknya tanaman.
3. Menggunakan *driver* IBT_2 sebagai driver motor penggerak roda belakang.
4. Menggunakan motor servo sebagai penggerak steering roda depan.
5. Menggunakan DC dimmer sebagai pengatur tegangan pompa pestisida.
6. Menggunakan 2 relay 5 volt sebagai ON/OFF pompa pestisida.
7. Pompa pestisida dengan tegangan 12 volt.
8. Menggunakan 3 penurun tegangan DC-DC XL-4015 5A.
9. Menggunakan *limit switch* dan *buzzer* sebagai fungsi mekanik untuk tanda bahwa pestisida habis atau tanda akhir kerja robot.
10. Prototype diaplikasikan pada lahan yang kering untuk mencegah terjadinya konsleting ketika pengujian.
11. Jenis cabai dalam penelitian ini yaitu cabai merah keriting atau CMK
12. Pengujian dilakukan pada 2 bedengan tanaman cabai, dengan masing-masing bedengan sepanjang 20 meter.



13. Robot digunakan untuk menyemprot tanaman cabai dengan jumlah helai daun sudah lebih dari 40 lembar hal ini supaya sensor ultrasonik mampu mendeteksi ada atau tidaknya tanaman dengan posisi robot tetap berjalan.
14. Penyemprotan ke seluruh tanaman yang dimaksud adalah bagian buah dan daun karena buah dan daun adalah bagian tanaman cabai yang paling rawan terserang hama dan penyakit.
15. Pestisida yang digunakan agrimec dan pegasus dengan konsentrasi 1 ml/liter air.
16. Jenis nozzle yang dipakai yaitu nozzle dengan 2 lubang, supaya dapat menjangkau area bawah dan atas tanaman.
17. Berfokus pada pembuatan sistem pengendalian robot penyemprot pestisida.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari Penelitian ini adalah:

1. Robot mampu berjalan menyusuri bedengan dan mampu menggantikan peran manusia dalam melakukan penyemprotan pestisida.
2. Mempermudah petani dalam melakukan penyemprotan.
3. Dapat mencegah petani terkena kontaminasi pestisida secara langsung akibat melakukan penyemprotan manual.
4. Hasil penyemprotan robot lebih presisi dibandingkan penyemprotan manual.
5. Mencegah terjadinya penyemprotan berlebih akibat penyemprotan berulang ketika menggunakan penyemprotan manual.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Penelitian tugas akhir ini akan dilakukan studi literatur yang merupakan pencarian referensi yang relevan dengan permasalahan yang akan diselesaikan. Teori dan referensi di dapat baik dari buku, jurnal, Paper, artikel dan sumber yang berkaitan. Penelitian mengenai Robot Penyemprot Pesticida Otomatis telah banyak dilakukan.

Pada penelitian yang berjudul *Control System Design of Spraying Robot* [12]. Penelitian ini menjelaskan tentang pengendalian kecepatan robot mobil 4 WD yang *non linier* untuk melakukan penyemprotan otomatis di rumah kaca. Menggunakan sistem kendali PID untuk melakukan pelacakan jalur dari mobil robot yang dapat mengurangi kecepatan roda saat berbelok dan meningkatkan kepresisian ketika berbelok. Metode yang digunakan yaitu sistem kendali elektromagnetik, sistem kendali mencakup delapan sensor elektromagnetik, kendali kemudi, empat motor DC dan dua sensor sudut. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kendali ini dapat memastikan robot dapat mengubah kecepatan pada radius kecil dan menyesuaikan kecepatan ketika berbelok secara otomatis dan sistem penyemprotan berhasil melakukan penyemprotan sesuai perintah kontrol dan melakukan penyemprotan otomatis. Tetapi pengembangan ini hanya fokus pada pengendalian kecepatan roda robot ketika berbelok di sudut akhir baris tanaman dan robot hanya difungsikan untuk melakukan penyemprotan di lahan tertutup atau *greenhouse*, dan belum dikembangkan untuk penyemprotan pestisida di lahan terbuka dengan bentuk pertanian konvensional, serta robot ini masih kembangkan untuk melakukan penyemprotan pestisida otomatis untuk tanaman yang ditanam dengan jarak tanam yang rapat, sehingga dalam pengembangan robot ini belum memakai sensor deteksi ada atau tidaknya tanaman.

Penelitian untuk robot penyemprotan pestisida otomatis luar ruangan juga pernah dilakukan, penelitian tersebut berjudul *Implementation of Remote Control for a Spraying Robot* [13]. Penelitian ini menjelaskan tentang pengendalian robot penyemprotan cerdas untuk mengurangi penggunaan pestisida yang disemprotkan, mengurangi kontaminasi yang membahayakan kesehatan manusia. Sehingga petani terhindar dari kontaminasi, jumlah tenaga kerja dapat dikurangi dan dapat digunakan untuk melakukan penyemprotan di luar ruangan. Bagian utama dari robot penyemprotan terdiri dari peredam kecepatan, kendali



kecepatan, baterai penyimpanan dan sistem navigasi GPS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa robot berhasil melakukan tugas penyemprotan otomatis dan memantau orientasi pelacakan pergerakan untuk menekan kesalahan ketika berjalan untuk mencapai stabilitas dan keandalan. Tetapi robot ini tidak dikembangkan untuk penyemprotan pada tanaman di lingkungan luar yang memiliki spesifikasi tertentu seperti untuk tanaman yang ditanam di bedengan/ gundukan tanah serta harus menggunakan GPS sebagai pelacak jalur, yang mana hal ini sangat sulit dilakukan untuk pertanian di lahan terbuka yang memiliki koneksi internet yang terbatas dan tidak stabil.

Kebutuhan akan robot penyemprot pestisida otomatis yang mampu melakukan penyemprotan presisi merupakan suatu hal yang dibutuhkan di pertanian, penelitian akan hal tersebut juga sudah pernah dilakukan, Penelitian tersebut berjudul *Automatic Adjustable Spraying Device For Site-Specific Agriculture Application* [14]. Penelitian ini menjelaskan tentang pengembangan perangkat untuk penyemprotan pestisida secara akurat, penyemprotan mampu menangani dengan bentuk ukuran *nozzle* yang berbeda dan target dengan ukuran bervariasi. *Nozzle* semprot pada perangkat ini menyesuaikan sudut secara otomatis terhadap target. Kamera dan sensor jarak semua dipasang pada satu titik di alat. Perangkat ini bertujuan untuk menyemprot target tertentu sekaligus mengurangi penggunaan pestisida. Hasil menunjukkan bahwa perangkat penyemprotan mampu mengurangi hingga 45% jumlah pestisida yang digunakan. Tetapi, dalam penggunaan kamera sangat ketergantungan dengan cahaya sehingga kurang efektif untuk melakukan penyemprotan pestisida pada tanaman lahan terbuka seperti tanaman cabai. Alat yang dirancang memiliki biaya pembuatan yang relatif mahal sehingga hanya cocok untuk tanaman yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan tidak mengalami fluktuasi harga. Alat ini juga hanya melakukan penyemprotan secara spesifik sehingga kurang efektif untuk melakukan penyemprotan pada tanaman yang membutuhkan penyemprotan pestisida secara menyeluruh.

Kemampuan robot untuk melakukan pelacakan jalur tanpa membutuhkan koneksi internet merupakan suatu kebutuhan untuk lokasi yang memiliki koneksi internet buruk, ada sebuah teknik yang mampu mendeteksi jalur tanpa koneksi internet, teknik ini merupakan teknik *wall follower*. Penelitian mengenai teknik *wall follower* juga sudah banyak dilakukan, diantaranya berjudul *Prototype Robot Pemadam Api Beroda Menggunakan Teknik Navigasi Wall Follower* [15]. Penelitian ini mengembangkan prototype robot pemadam api untuk mendeteksi keberadaan api dan memadamkannya. Robot dikendalikan oleh mikrokontroler



2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- ATMEGA8535, menggunakan 5 sensor ping sebagai *navigator* robot, *UVTron* sebagai deteksi api, *driver* motor L298n disertai 2 motor DC servo sebagai penggerak. Menambahkan *sound* activation sebagai pengaktif robot dan dua set *line detector*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa robot mampu bergerak mengikuti dinding lintasan dan robot mampu menemukan dan memadamkan api.
- Penelitian *Robot Motion Controlling System Based On Wall And Line* [16]. Dalam penelitian ini menjelaskan tentang sistem robot yang diciptakan untuk menggantikan beberapa pekerjaan manusia yang bersifat berulang. Perancangan ini berbasis dua mode yaitu pengikut dinding dan garis secara otomatis. Pengikut dinding menggunakan sensor ultrasonic sedangkan pengikut garis menggunakan sensor photodiode, *driver* L298 sebagai *driver* motor DC dan sistem kendali menggunakan metode *Fuzzy logic control*. Dari pengujian robot pengikut dinding dan pengikut garis berhasil melewati lintasan, dimana robot dapat berganti mode dari dinding ke garis maupun garis ke dinding dengan kecepatan 0,171 m/s.
- Penelitian berikutnya berjudul Rancang Bangun Robot Pengantar Makanan *Line Follower* [17]. Penelitian ini menjelaskan tentang pengembangan robot pengantar makanan *line follower* yang diciptakan untuk menggantikan peran seorang pelayan di restoran. Menggunakan 4 pasang led dan *photodiode*, *driver* motor L298 untuk mengendalikan 2 buah motor DC dan 2 buah relay untuk mengendalikan motor DC peletak makanan. Penelitian ini menghasilkan robot yang dapat menghantarkan makanan menuju 2 meja tujuan dengan mengikuti lintasan berupa garis berwarna hitam, secara keseluruhan sistem pada robot pengantar makanan ini dapat berfungsi dengan baik.
- Penelitian berikutnya berjudul *Development and Applications of Line Following Robot Based Health Care Management System* [18]. Penelitian ini menjelaskan tentang pengembangan robot pengikut garis yang dirancang untuk memberikan obat kepada pasien kapanpun mereka membutuhkannya. Menggunakan photodiode dan LDR untuk membaca lintasan. Saklar dengan sensor IR dipasang dekat dengan pasien, ketika pasien menekan saklar maka robot akan aktif dan mengantarkan obat ke pasien. Sensor proximity dan alarm dipasang untuk mengatasi rintangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa robot dapat mengantarkan obat tepat waktu, efisien, efektif.
- Kebutuhan akan masukan perintah berdasarkan pembacaan sensor yang mana hal yang akan dibaca sensor dapat dipindahkan dan disesuaikan kebutuhan merupakan hal yang dibutuhkan dalam penelitian ini, dalam Penelitian berjudul Pengendalian Robot Mobil Otonom Pemotong Rumput Menggunakan Metode Logika Fuzzy menjelaskan bahwa sistem



robot mobil otonom pemotong rumput mampu menjelajah suatu area dengan menggunakan sensor ultrasonik yang digunakan sebagai pendeteksi pembatas sisi area, driver monster motor shield VNH2SP30 sebagai driver motor DC dan sensor warna sebagai on/off putaran motor DC pada robot mobil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa robot dapat bergerak sesuai perintah masukan program arduino dan robot mampu berbelok berdasarkan pembacaan sensor ultrasonik serta motor akan berhenti ketika sensor mendeteksi warna merah dan dapat bergerak lagi setelah tidak mendeteksi warna merah [19].

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah di uraikan tentang robot penyemprot pestisida otomatis, bahwa robot yang dikembangkan digunakan untuk melakukan penyemprotan pestisida pada tanaman di *green house* dan sebagian kecil pada tanaman di lahan terbuka, akan tetapi bukan untuk tanaman di lahan terbuka yang di tanam pada bedengan dan memiliki masalah dengan ketersediaan sinyal internet. Berdasarkan penelitian mengenai robot *wall follower*, bahwa sistem ini tidak membutuhkan koneksi internet untuk melakukan pelacakan jalur lintasan. Sehingga peneliti mengajukan penelitian untuk membuat robot penyemprot pestisida otomatis yang dapat melakukan penyemprotan pestisida secara otomatis pada tanaman yang ditanam di lahan terbuka dengan bentuk bedengan, dengan menggunakan sistem *wall follower* yang diharapkan mampu berjalan menyesuaikan dengan kondisi lintasannya serta dapat melakukan pelacakan jalur untuk berbagai kondisi tanpa harus menggunakan akses GPS yang membutuhkan akses internet.

2.2. Cabai Merah Keriting (*Capsicum Annum L. Var. Longum Sendt*)

Cabai merah keriting merupakan cabai jenis hibrida dengan bentuk terna tahunan yang tumbuh tegak dengan batang berkayu, banyak cabang, serta ukuran yang mencapai tinggi 120 cm dan lebar tajuk tanaman sampai 90 cm. Bunga cabai bersifat *hermaprodit*, yakni satu bunga terdiri atas satu alat kelamin jantan dan betina. Cabai merah keriting memiliki daya adaptasi yang lumayan luas dan dapat diusahakan di dataran rendah maupun dataran tinggi sampai ketinggian 1400 mdpl, namun di dataran tinggi pertumbuhannya lebih lambat. Curah hujan yang tinggi atau iklim yang basah tidak sesuai untuk pertumbuhan tanaman cabai merah keriting, pada keadaan tersebut tanaman akan mudah terserang penyakit. Kelembaban tanah dalam keadaan kapasitas lapang (lembab tetapi tidak becek) dan temperatur tanah antara 24 – 30 °C sangat mendukung pertumbuhan tanaman cabai merah keriting [20][21].

Tabel 2.1. Klasifikasi Cabai Merah Dalam Taksonomi [20]:

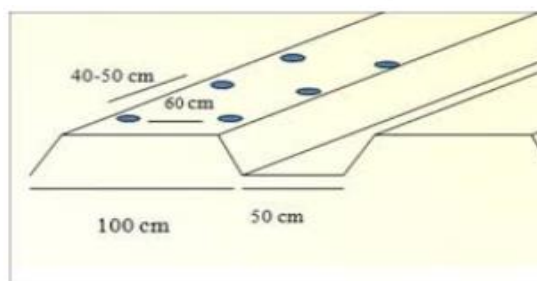
No.	Klasifikasi cabai merah keriting	
1.	Kerajaan	<i>Plantae</i>
2.	Divisi	<i>Spermatophyta</i>
3.	Subdivisi	<i>Angiospermae</i>
4.	Kelas	<i>Dicotyledoneae</i>
5.	Sub kelas	<i>Sympetalae</i>
6.	Ordo	<i>Solanales</i>
7.	Famili	<i>Solanaceae</i>
8.	Genus	<i>Capsicum</i>
9.	Spesies	<i>Capsicum annum L.</i>
10.	varietas	<i>Longum Sendt</i>

2.3. Bedengan

Bedengan merupakan tanah yang ditinggikan dari sekitarnya untuk tempat tumbuh tanaman cabai merah, mengingat sifat tanaman cabai yang tidak dapat tergenang air, maka dalam pengaturan/ploting bedengan dan pembuatan parit harus ada saluran drainase yang baik. Jenis bedengan berdasarkan jenis lahan adalah sebagai berikut [21]:

a. Lahan kering/tegalan

Bedengan dibuat dengan lebar 100-120 cm, tinggi 30 cm, dan jarak antar bedengan 30-50 cm.



Gambar 2.1. Bedengan Pada Lahan Kering/Tegalan [21]

b. Lahan sawah

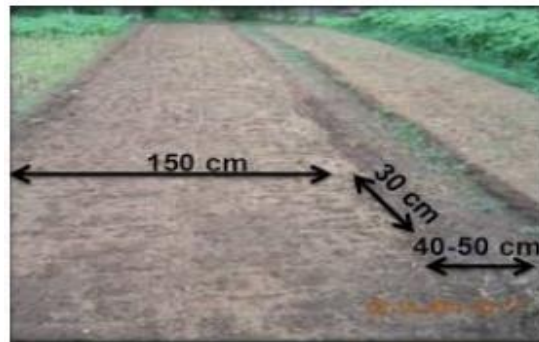
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Bedengan dibuat dengan lebar 1,5 meter dan antar bedengan dibuat parit sedalam 50 cm dan lebar 50 cm.



Gambar 2.2. Bedengan Pada Lahan Sawah [21]

Sedangkan berdasarkan literatur yang lainnya juga digambarkan tentang bentuk bedengan sebagai berikut:



Gambar 2.3. Bentuk Bedengan Berdasar Musim [22]

Kerapatan tanaman atau jarak tanam cabai berpengaruh terhadap penyebaran penyakit, populasi tanaman dan efisiensi penggunaan cahaya matahari, serta persaingan antar tanaman dalam penggunaan air, unsur hara dan ruang. Pengaturan ini berdampak terhadap hasil buah yang dihasilkan. Kondisi curah hujan yang tinggi menyebabkan kelembaban tinggi sehingga perlu untuk mengatur jarak yang lebih renggang antar tanaman [22].

2.4. Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT)

Ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi hasil produksi tanaman cabai. Salah satunya adalah pengendalian hama dan penyakit yang berpotensi menyerang tanaman. Daun dan buah cabai merupakan bagian tanaman cabai yang paling sering terserang hama dan

penyakit. OPT penting yang menyerang tanaman cabai antara lain kutu kebul, trips, kutu daun, ulat grayak, ulat buah tomat, lalat buah, antraknosa, penyakit layu, virus kuning dan lainnya.



Gambar 2.4. Trips Pada Bunga Cabai Dan Gejala Serangan Pada Daun Cabai [21]

Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengendalikan OPT antara lain [23]:

- Penggunaan border 4-6 baris jagung.
- Penggunaan musuh alami (predator: *menochilussexmaculatus*).
- Penggunaan perangkap (kuning, *metil eugenol*).
- Penggunaan pestisida nabati (bawang putih, mimba, babadotan, daun sirsak).
- Penggunaan pestisida kimia (agrimec untuk tungau, pegasus untuk trips dan kutu daun, agrep untuk layu bakteri dll).

Penggunaan pestisida kimia merupakan pilihan bagi banyak petani di Indonesia, yang mana penggunaan pestisida kimia lebih efektif dan irit. Akan tetapi pestisida merupakan zat bioaktif atau racun yang selalu mengandung bahaya dalam aplikasinya. Baik efek bagi manusia maupun lingkungan, sehingga penggunaan pestisida harus sesuai dengan metode aplikasinya. Beberapa efek penggunaan pestisida diantaranya yaitu [24]:

- Efek bagi keselamatan pengguna adalah kontaminasi pestisida secara langsung, dapat mengakibatkan keracunan, baik akut maupun kronis.
- Efek bagi konsumen adalah keracunan residu (sisa-sisa) pestisida yang terdapat dalam produk pertanian.
- Efek bagi lingkungan adalah pestisida dapat menyebabkan pencemaran lingkungan baik tanah, air maupun udara.

2.5. Arduino Uno

Mikrokontroler adalah mikrokomputer chip tunggal yang dirancang secara terperinci untuk aplikasi serbaguna yang mampu melaksanakan fungsi yang berbeda dalam waktu yang

bersamaan. Arduino uno merupakan mikrokontroler berbasis ATmega328P yang dapat diprogram menggunakan komputer. Modul ini memiliki 14 digital *input/output* dimana 6 pin dapat digunakan sebagai PWM *output*, 6 pin sebagai analog *input*, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *power jack*, ICSP *Header*, dan tombol *reset*. Arduino uno merupakan mikrokontroler *board* yang kompatibel dengan beberapa *shield* seperti Arduino data *logger shield*. Untuk menjalankan Arduino Uno dapat menghubungkannya langsung ke komputer dengan menggunakan kabel serial USB atau sumber daya melalui adaptor dengan tegangan *output* 7-12 volt [25].



Gambar 2.5. Arduino Uno [26]

Tabel 2.2. Spesifikasi Arduino Uno [25]

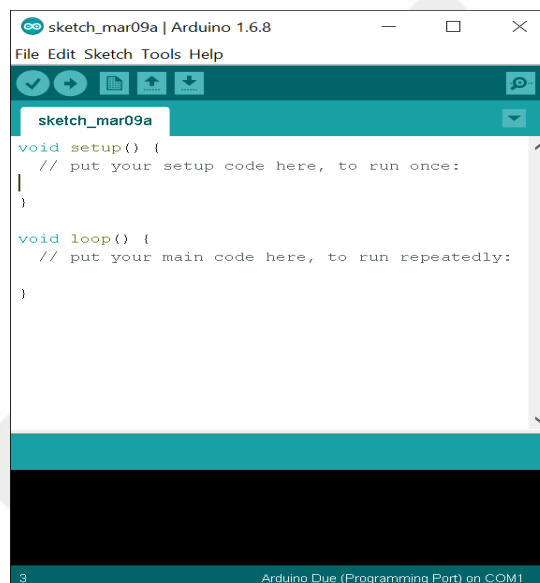
Mikrokontroler	AtMega 328P
Tegangan kerja	5 volt
Tegangan <i>input (recommended)</i>	7-12 volt
Tegangan <i>input (limit)</i>	6-20 volt
PIN digital I/O	14 (memiliki 6 PWM <i>output</i>)
PIN PWM digital I/O	6
PIN analog <i>input</i>	6
Arus DC (<i>Dirrect Current</i>) per I/O pin	20 mA (<i>mili Ampere</i>)
Arus DC (<i>Dirrect Current</i>) pin 3.3 volt	50 mA (<i>mili Ampere</i>)
Flash <i>memory</i>	32 KB , 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB



Clock Speed	16 MHZ
-------------	--------

2.6. Software Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)

Arduino memiliki bahasa pemrograman tersendiri yaitu bahasa arduino yang merupakan pengembangan dari bahasa C yang disederhanakan dan dipermudah dengan *libraries*, untuk meng-*compile* dan meng-*upload* program ke *board* arduino dapat menggunakan software Arduino IDE [27].



Gambar 2.6. Tampilan *Software* arduino Ide [27]

2.7. Sensor Ultrasonik HY-SRF 05

Sensor ultrasonik HY-SRF 05 adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek ataupun jarak antara objek bergerak. Satu pin I / O digunakan untuk memancarkan gelombang suara dari 20 KHZ hingga 2 MHZ dan kemudian menerima pulsa balik dari gema. Sensor mengukur waktu yang diperlukan untuk gema kembali, dan mengembalikan nilai ini ke mikrokontroler sebagai pulsa lebar variabel melalui pin I / O yang sama, dan lebih presisi dalam pengukuran jarak dibanding HC-SR04 [28].



Gambar 2.7. Sensor Ultrasonik HY-SRF 05 [28]

Tabel 2.3. Spesifikasi Sensor Ultrasonik [28]

Jarak pengukuran	2 cm hingga 4,5 m)
Daya	+5 VDC; 40 mA
Sudut pengukuran	Sampai dengan 15 derajat
Dimensi	0,81 x 1,8 x 0,6 in (22 x 46 x 16 mm)
Suhu pengoperasian	+32 hingga +158 ° F (0 hingga +70 ° C)

2.8. Driver Motor IBT_2

Driver motor IBT_2 atau BTS7960 adalah modul yang menggunakan *high current H bridge* yang dapat digunakan untuk aplikasi penggerak motor. Driver ini mampu mengalirkan arus hingga 43A dengan fungsi PWM dan level. Tegangan input dari mikrokontroler antara 3.3-5 volt dan tegangan sumber DC yang dapat diberikan antara 5.5-27 volt. Driver ini menggunakan IC BTS7960 dengan perlindungan saat terjadi panas dan arus berlebih [29].



Gambar 2.8. Driver Motor IBT_2 [29]

Tabel 2.4. Spesifikasi Driver Motor IBT_2 [29]

Tegangan input	5.5-27 Vdc
Driver	Dual BTS7960 H bridge configuration
Arus puncak	43A
Tegangan input	3.3-5 V
Tenis pengontrolan	PWM atau level
Berat	66g

2.9. Motor Wiper

Motor wiper adalah sebuah motor magnet dengan gigi reduksi. Terdapat dua cara yang digunakan untuk menimbulkan medan magnet motor, tipe *woun motor* yang menggunakan lilitan (*coil*) untuk membuat elektromagnet, dan tipe *ferrit* magnet permanen. Akhir-akhir ini *ferrit* magnet banyak digunakan dan telah dikembangkan karena lebih kompak, ringan, ekonomis. Motor tipe *ferrit* magnet yang menggunakan magnet permanen digunakan untuk motor wiper. Motor wiper terdiri dari motor itu sendiri dan gigi-gigi reduksi [30].



Gambar 2.9. Motor Wiper

2.10. Motor Servo SPT5435LV-180

Motor servo adalah sebuah perangkat sebagai aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan

perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo [31].

Penggunaan sistem kontrol loop tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Posisi poros output akan dihasilkan oleh sensor, untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang diinginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol input akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan [31].



Gambar 2.10. Motor Servo SPT5435LV-180 [31]

Tabel 2.5. Spesifikasi Motor Servo SPT5435LV-180 [31]

Weight	60 g
Dimension	40.5 x 20 x 40.5 mm
Stall torque	29 kg·cm (4.8 V), 35 kg·cm (6 V)
Operating speed	0.16 (4.8 V)/ 0.14 (6 V)
RC angle	90-120 °

2.11. DC Dimmer

Dimmer adalah sirkuit praktis yang dapat digunakan untuk menyesuaikan kecerahan lampu dan kecepatan putaran motor DC melalui tegangan yang dapat disesuaikan. Memiliki *soft start* sehingga dapat memperpanjang pemakaian komponen, memiliki perlindungan transformer jika terjadi kerusakan di bagian output dan memiliki led indikator ketika dimmer mulai bekerja [32].

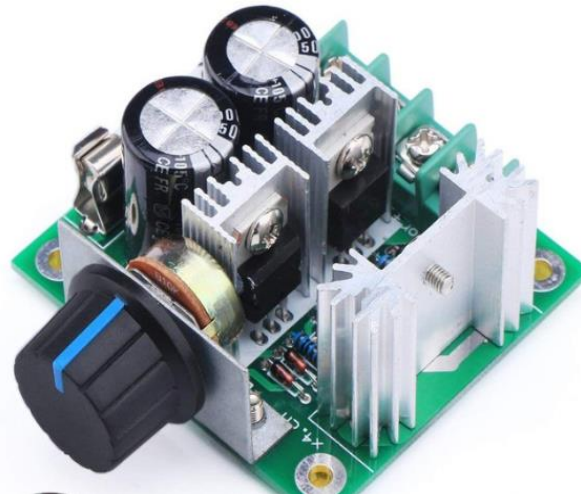
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.11. DC Dimmer [32]

Tabel 2.6. Spesifikasi DC Dimmer [32]

Operating voltage	12-40 Vdc
Input voltage	9-50 Vdc
Static current	0.02 A
PWM sampling rate	0%-100%
PWM frequency	3 KHZ

2.12. Relay

Relay adalah komponen *electromechanical* yang digunakan sebagai saklar/switch yang dioperasikan secara listrik. Relay terdiri dari 2 bagian yaitu bagian elektromagnet (coil) dan mekanika. Prinsip kerja relay yaitu menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik dengan tegangan yang lebih besar, dengan relay yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan armature relay untuk menghantarkan listrik 220V 2A [33].



Gambar 2.12. Modul Relay 1 Canel [33]

Tabel 2.7. Karakteristik Modul Relay 1 Canel [33]:

Supply Voltage	5VDC
Current	100mA
Load	DC 30V 10A
Size	50.5mm*38.5mm*18.5mm
Tenis relay	SONGLE SRD-05VDC-SL-C

2.13. Pompa Air

Pompa Air adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui suatu media pipa atau selang dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus.

Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dengan bagian keluar (*discharge*). Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), di mana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran [34].

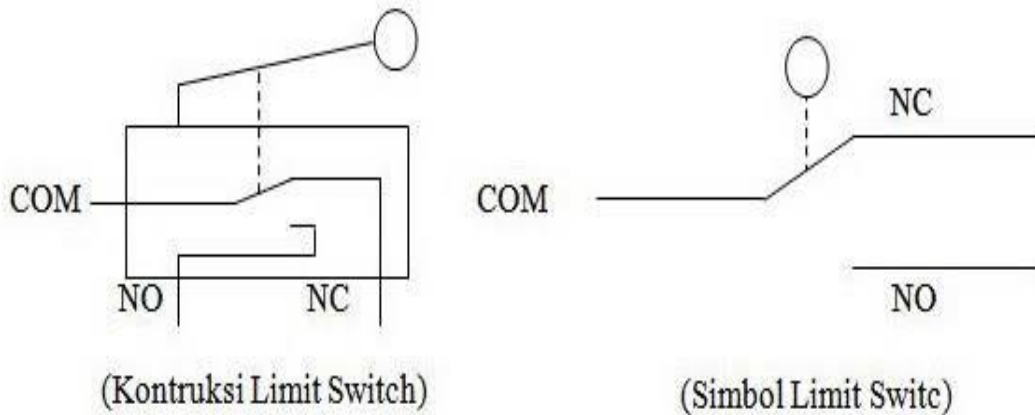


Gambar 2.13. Pompa Air DC

2.14. Limit Switch

Limit switch adalah suatu alat yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik pada suatu rangkaian berdasarkan struktur mekanik dari *limit switch* itu sendiri. *Limit switch* memiliki tiga terminal, yaitu terminal NC, terminal NO dan terminal utama. *Limit switch* berfungsi sebagai pembatas kerja dari suatu alat yang sedang beroperasi. Prinsip kerja dari *limit switch* diaktifkan dengan menekan tombol pada batas/daerah yang telah ditentukan sebelumnya sehingga terjadi pemutusan rangkaian dari

rangkaian tersebut. *Limit switch* memiliki 2 kontak NO dan NC dimana salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan, konstruksi limit switch sebagai berikut [33].



Gambar 2.14. Konstruksi *Limit Switch* [33]

2.15. Modul *Stepdown* XL4015

Modul *stepdown* XL4015 adalah modul *stepdown* yang mampu mengalirkan arus hingga 5A, memiliki efisiensi tinggi dan riak rendah. Terdapat sebuah potensio multi putaran digunakan untuk pengaturan output voltase, tegangan output dapat disesuaikan dari 1,25 sampai 35 V dengan masukan tegangan antara 4 sampai 38 V, dimana tegangan masukan harus 1,5 V lebih tinggi dari tegangan keluaran yang dibutuhkan [35].



Gambar 2.15. Modul *Stepdown* XL1405 [35]

2.16. *Buzzer*

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loudspeaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang ada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan



tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Di dalam tugas akhir ini *buzzer* digunakan sebagai indikator bahwa pestisida di dalam tangki mendekati habis [36].



Gambar 2.16. *Buzzer* [36]

2.17. Baterai

Baterai adalah sebuah sel listrik di mana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversibel* (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Proses elektrokimia *reversibel* adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel [37]. Di sini baterai berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, yang akan digunakan untuk menyuplai (menyediakan) listrik ke sistem robot, baik ke mikrokontroler, sensor dan motor DC.

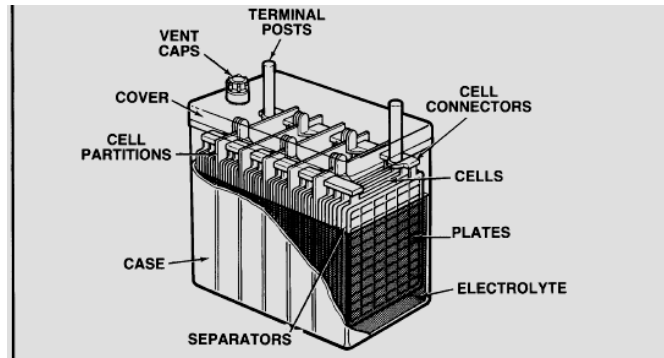
Ada beberapa jenis aki di antaranya yaitu, aki konvensional yang merupakan aki yang masih menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) dalam bentuk cair dan aki *maintenance Free* sering disebut aki kering karena asam sulfatnya sudah dalam bentuk gel/selai. Perhitungan dalam pemakaian aki kering maupun basah yaitu tegangan dan kapasitas aki kering relatif stabil bila disimpan untuk jangka waktu lama tanpa *recharge*, dan lebih tahan guncangan sedangkan aki basah tegangan dan kapasitasnya akan menurun bila disimpan lama tanpa *recharge*, dan bahan elektrodanya mudah rapuh terkena guncangan [37].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



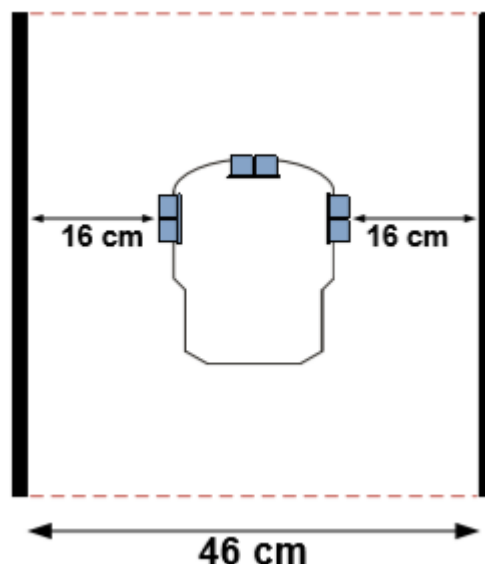
Gambar 2.17. Konstruksi Baterai [37]

2.18. Robot Wall Follower

Robot *wall follower* atau robot pengikut dinding merupakan robot yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi dan bergerak pada jalur ruang dinding tanpa atap. Dimana termasuk ke dalam jenis kategori robot mobil. Robot pengikut dinding menggunakan jalur dinding berupa ruang dinding seperti labirin dimana pada dunia robotika disebut *maze wall*. *Maze wall* adalah jalur yang berbentuk ruangan berdinding yang tidak memiliki atap [16].

- Fungsi masukan sisi kanan dan sisi kiri

Fungsi masukan pada sisi kanan dan sisi kiri merupakan salah satu masukan ke kontroler untuk menentukan posisi robot tetap di tengah jalur.

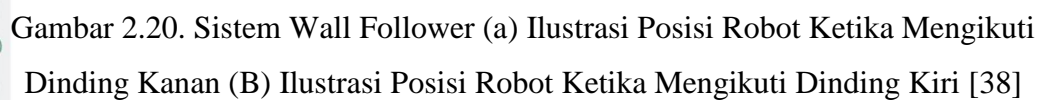


Gambar 2.18. Ilustrasi Robot Dalam Lintasan [38]

Selain itu, masukan sensor samping kanan dan samping kiri berfungsi untuk mengetahui adanya belokan. Dimana ilustrasi untuk menentukan batas-batas fungsi masukan ditunjukkan gambar berikut.



- Fungsi masukan sensor bagian depan digunakan robot untuk menentukan robot untuk melakukan gerakan berbelok ke kanan ataupun ke kiri.



11-18



Penyemprotan merupakan salah satu proses di bidang proteksi tanaman yang populer dilakukan oleh banyak petani pembudidaya tanaman pertanian. Tujuan utama dari penyemprotan adalah memecah suatu cairan (campuran larutan) agar terbentuk droplet berukuran efektif sehingga dapat disebarkan secara merata diatas permukaan atau ruang yang harus dilindungi dengan larutan tersebut [39]. Deposit adalah pestisida yang benar-benar mengenai dan menempel pada bidang sasaran. Ketika melakukan penyemprotan, tidak semua pestisida yang kita semprotkan benar-benar mengenai dan menempel pada bidang sasaran. Sebagian *droplet* jatuh ke tanah di antara barisan tanaman atau jatuh ke lahan nontarget dan sebagian lagi hilang sebagai menguap. Pestisida yang jatuh ke tanah umumnya disebabkan oleh volume aplikasi yang berlebihan, penyemprotan kurang terarah, dan tercuci air hujan [24].

Banyak pestisida yang hilang pada penyemprotan insektisida dan fungisida pada tanaman antara lain dipengaruhi oleh beberapa faktor [24][40]

1. Volume aplikasi saat penyemprotan, semakin tinggi volume aplikasi, sesudah melampaui kapasitas retensi tanaman, maka semakin banyak produk yang hilang ke tanah.
2. Stadia perkembangan tanaman, penyemprotan tanaman muda yang kanopi daunnya belum saling menutup umumnya menyebabkan kehilangan pestisida (ke tanah) lebih banyak dibandingkan dengan dengan penyemprotan tanaman yang sudah sepenuhnya berkembang.
3. Ukuran *droplet* yang digunakan, semakin kecil ukuran *droplet* makin banyak pestisida hilang sebagai *drift*.
4. Kecepatan angin, semakin tinggi kecepatan angin semakin banyak pestisida yang hilang sebagai *drift*.

Untuk mendapatkan distribusi semprotan yang sama di seluruh permukaan tanaman, penyemprotan harus dilakukan secara merata. Penyemprotan yang merata hanya dapat dilakukan dengan menyemprot tidak hanya dari satu sisi (misal dari atas saja), penyemprotan yang merata sangat penting untuk tanaman yang daunnya lebat. Pengujian droplet penyemprotan dilakukan sebagai berikut [41].

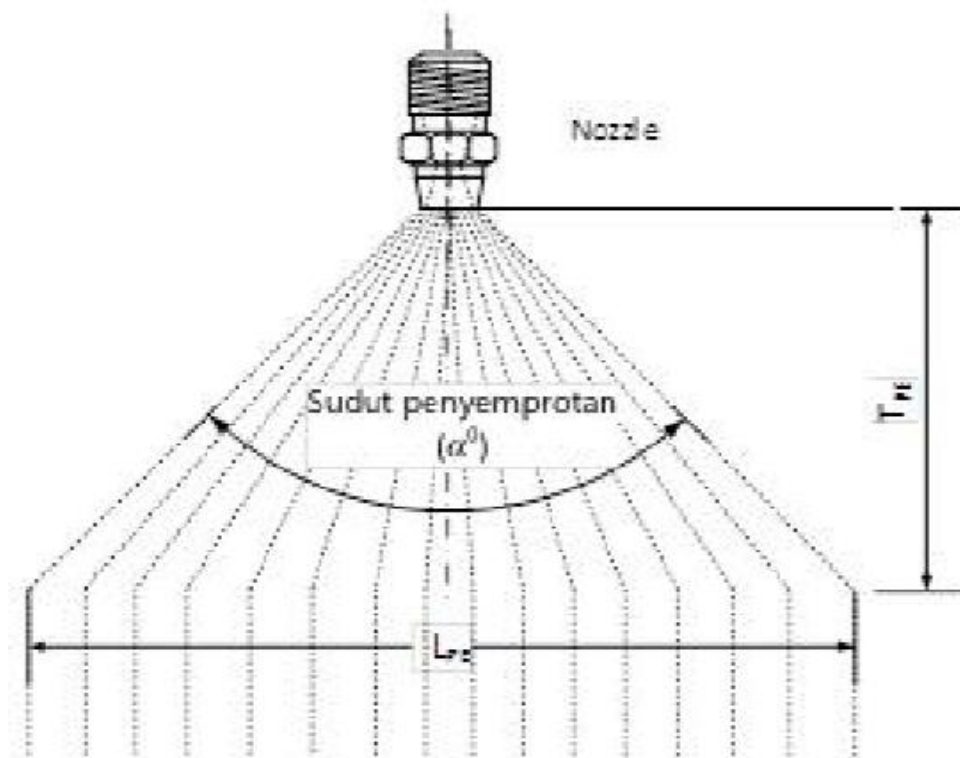
- a. Debit penyemprotan

Debit penyemprotan (Q , liter/det) didapat dengan mengukur volume semprotan (v , liter) yang dikeluarkan dari nosel per satuan waktu (t , detik) pada tekanan optimum

dan dinyatakan dalam satuan liter/menit. Volume yang keluar dari nosel ditampung dan diukur menggunakan gelas ukur.

- b. Sudut penyemprotan, lebar semprotan dan tinggi penyemprotan efektif

Sudut penyemprotan merupakan besar sudut butiran halus yang dibentuk oleh nosel, dan lebar penyemprotan adalah besar jarak horizontal butiran halus yang dibentuk oleh nosel dimana distribusi volume cairan semprotannya paling seragam, pengukuran lebar semprotan diukur menggunakan meteran. Tinggi penyemprotan efektif adalah besar jarak vertikal butiran halus yang dibentuk oleh nosel, yang diukur dari mulut nosel ke bidang horizontal pada saat terbentuk lebar penyemprotan.



Gambar 2.21. Sudut Penyemprotan, Lebar Dan Tinggi Semprotan [41]

- c. Kecepatan kerja penyemprotan

Perhitungan kecepatan kerja dilakukan dengan mencatat jarak/panjang dan waktu yang dibutuhkan untuk menempuh lintasan kerja ketika sprayer diaplikasikan di lapangan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB III

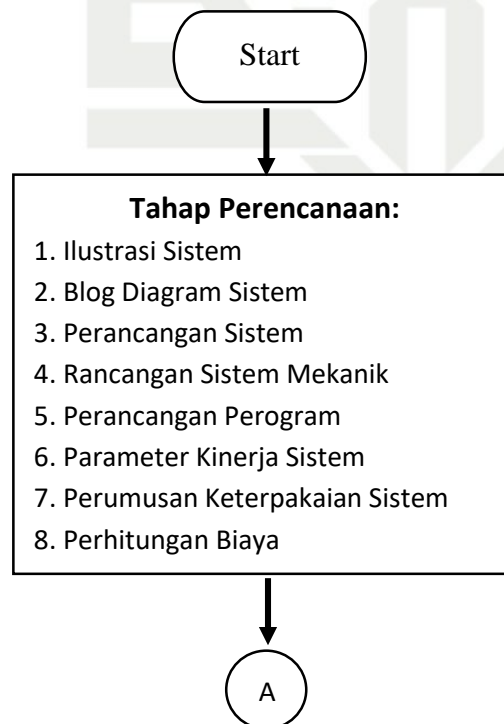
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian pada perancangan alat Perancangan Robot Penyemprot Pesticida Otomatis Pada Budidaya Tanaman Cabai ini adalah deskriptif kualitatif. Jenis penelitian deskriptif kualitatif merupakan sebuah metode penelitian yang memanfaatkan data kualitatif dan dijabarkan secara deskriptif. Jenis penelitian deskriptif kualitatif menampilkan hasil data apa adanya tanpa proses manipulasi atau perlakuan lain. Percobaan yang dilakukan pada perancangan diagram alir dan *software* digunakan untuk menghasilkan perangkat yang telah direncanakan sesuai dengan tujuan sebelumnya. Perancangan alat ini diharapkan rangkaian serta program yang digunakan dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan dari tujuan penelitian, dengan menggunakan metode ini dapat membantu peneliti untuk mengarahkan ke hasil penelitian menjadi lebih optimal.

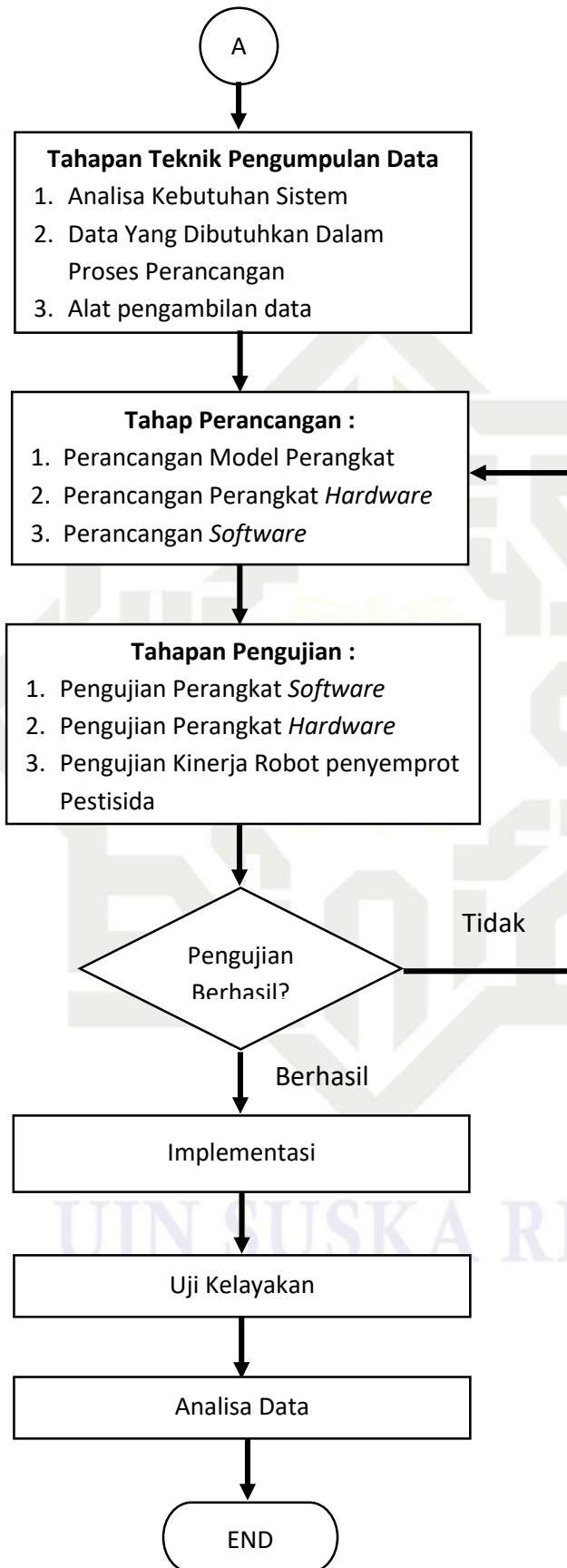
3.2. Proses Alur Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa tahapan atau langkah-langkah yang akan dilakukan mulai dari proses perancangan model hingga hasil akhir dalam penelitian tugas akhir ini. Adapun tahapan yang dilakukan sebagai berikut :



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1. *Flowchart* Tahapan Penelitian

3.3. Tahap Perencanaan

Tahapan perencanaan adalah tahap dalam perencanaan penelitian, mulai dari penentuan judul, pengumpulan data hingga tujuan yang ingin dicapai dari suatu penelitian. Adapun kegiatan yang dilakukan pada tahap perencanaan adalah :

1. Ilustrasi Sistem

Merupakan sebuah tahapan yang dilakukan untuk menggambarkan model desain robot penyemprot pestisida otomatis yang akan dioperasikan untuk menyemprotkan pestisida pada tanaman cabai yang ditanam di lingkungan luar/ bedengan. Kemudian menjelaskan semua jenis komponen yang digunakan dan menjelaskan proses operasi sistem pada robot, mempermudah petani atau pembudi tanaman cabai mengerti proses jalannya sistem.

2. Blok Diagram Sistem

Mengetahui komponen-komponen apa saja yang dibutuhkan oleh sistem, kemudian menggambarkan blok diagram keseluruhan sistem. Tahapan yang terakhir yaitu menjelaskan keterkaitan komponen satu dengan yang lainnya sehingga menjadi satu kesatuan sistem yang sempurna.

3. Perancangan Sistem

Menentukan komponen-komponen yang sesuai dengan kebutuhan sistem, menjelaskan kelebihan komponen yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan sistem, kemudian menggambarkan skema pengkabelan (*wiring*) semua komponen yang digunakan.

4. Rancangan Sistem Mekanik

Melakukan *survey* untuk memastikan komponen-komponen yang diperlukan oleh sistem tersedia di pasaran. Tahapan selanjutnya menggambarkan konstruksi desain sistem dan menjelaskan konstruksi sistem yang telah dibuat.

5. Perancangan Program

Menentukan algoritma yang sesuai dengan karakteristik sensor yang akan digunakan. Kemudian merancang algoritma pengendali yang akan digunakan untuk mengendalikan alat, sehingga alat akan bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Menjelaskan aplikasi yang digunakan untuk membantu penulisan program. Tahapan yang terakhir menampilkan *script* program yang sudah selesai dibuat.



6. Parameter Kinerja Sistem

Menentukan parameter apa saja yang akan dianalisis, menjelaskan metode dan yang digunakan untuk menganalisis dan merumuskan pengolahan data yang akan dilakukan dalam menunjang proses analisis.

7. Perumusan Keterpakaian Sistem

Memilih dan menentukan pengguna produk alat yang dibuat, menjelaskan secara logis pemilihan pengguna produk.

8. Perencanaan dan Perhitungan Biaya

Membuat tabel rincian komponen/ KIT yang akan digunakan, serta menghitung perkiraan total biaya untuk pengadaan *hardware* dan program aplikasi.

3.4. Tahapan Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu berupa wawancara langsung ke petani serta studi literatur. Wawancara ini dilakukan kepada beberapa petani diantaranya yaitu petani cabai merah keriting atau CMK yaitu bapak Ni'an yang tinggal di jalan garuda sakti Km. 3, kecamatan Tampan, Pekanbaru, komunitas petani binastari pekanbaru yaitu samsul dalimunte dan pebisnis sayuran di jalan kebun, garuda sakti yaitu bapak Agus Iswanto. Dimana wawancara tersebut dilakukan untuk mendapatkan informasi primer tentang pertanian salah satunya tanaman cabai, tentang jarak bedengan yang dipakai petani terhadap jarak bedengan yang terdapat di literatur, serangan hama dan penyakit terhadap tanaman cabai serta efek pemakaian pestisida yang dilakukan secara kontinu terhadap kondisi kesehatan petani. Tujuan akhir dari studi literatur yang dilakukan adalah untuk mengumpulkan dan memahami dari beberapa referensi penelitian serta sebagai data dan juga informasi yang dibutuhkan. Sehingga dapat digunakan untuk sistem perancangan robot penyemprot pestisida otomatis. Serta data dan informasi yang berkaitan dengan perancangan dan pembuatan alat.

3.4.1. Tahap Analisa Kebutuhan Sistem

Untuk mempermudah perancangan dilakukan proses analisa atau penjabaran komponen-komponen yang dibutuhkan dalam mendukung proses kelancaran sistem. Untuk mempermudah menganalisis sebuah sistem dibutuhkan dua jenis kebutuhan. Kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional, kebutuhan fungsional adalah kebutuhan yang



berisi proses-proses apa saja yang diperlukan oleh sistem, kemudian kebutuhan non fungsional yaitu komponen-komponen yang diperlukan oleh sistem.

3.4.2. Data Yang Dibutuhkan Dalam Proses Perancangan

Adapun data-data komponen yang dibutuhkan dalam pengerjaan sistem ini banyak menggunakan perangkat serta komponen elektronika. Data yang dibutuhkan dalam pengerjaan perancangan adalah sebagai berikut :

1. Ukuran sasis robot

Pemilihan ukuran sasis robot bertujuan untuk mengetahui kebutuhan ukuran sasis robot agar mampu berjalan menyusuri bedengan dalam proses penyemprotan pestisida. Bentuk robot menyerupai sebuah gokart dengan ukuran yang lebih kecil dengan lebar 45 cm dan panjang 60 cm, sehingga robot dapat berjalan dengan lancar menyusuri bedengan tanaman cabai. Setelah mendapatkan ukuran robot, langkah selanjutnya yaitu pembuatan badan robot menggunakan kerangka besi yang disusun sesuai dengan perancangan. Tahapan terakhir yaitu pemilihan komponen-komponen untuk operasional sistem di antaranya adalah motor penggerak roda robot, motor steering kemudi, sensor, mikrokontroler, catu daya, pompa air dan komponen pendukung lainnya.

2. Penempatan sensor dan komponen

Penempatan sensor dilakukan untuk mendapatkan data yang akurat pada sistem, penempatan sensor ini terdiri dari penempatan 5 sensor ultrasonik HY-SRf 05. Penempatan modul driver motor IBT2 dan modul DC dimmer.

3. Catu daya yang digunakan untuk penelitian ini menggunakan baterai 12 V 8A.

4. Perancangan arduino uno dengan sensor ultrasonik HY-SRf 05.

5. Perancangan arduino uno dengan *driver* motor IBT2 yang terhubung dengan motor wiper.

6. Perancangan arduino uno dengan motor servo SPT5435LV-180.

7. Perancangan arduino uno dengan relay yang terhubung dengan dimmer DC dan pompa air.

8. Perancangan *limit Switch* dengan relay untuk sistem catu daya.

9. Laptop dengan sistem operasi Windows 10.

10. Arduino IDE 1.8.7 sebagai *software* pemrograman.

11. Fritzing.0.9.3b.32 sebagai *software* desain perancangan alat.

12. Sketchup 2016 sebagai *software* desain mekanik alat.

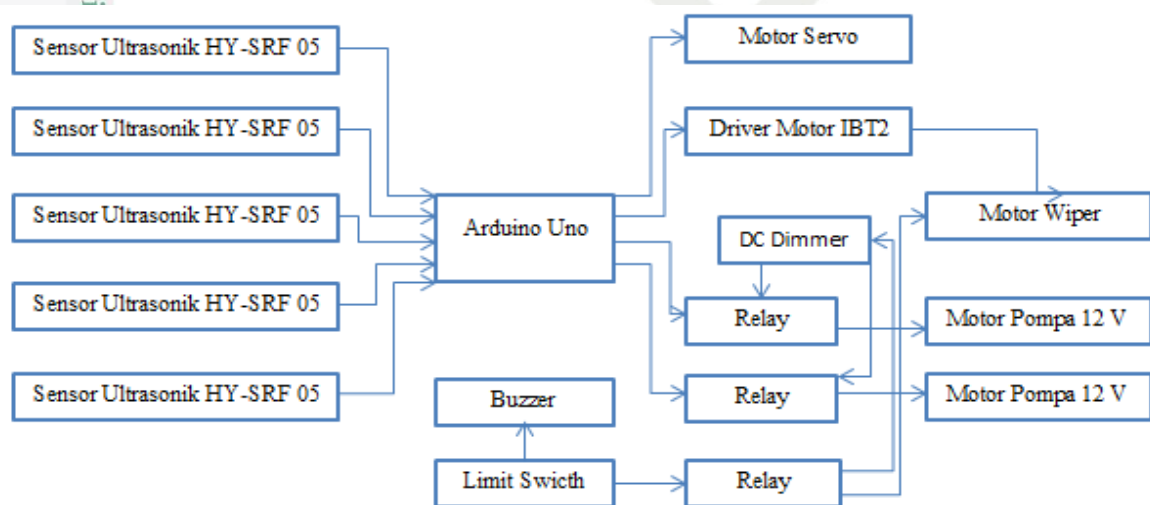
3.4.3. Alat Pengambilan Data

Adapun alat yang digunakan dalam pengambilan data pembeding adalah sebagai berikut:

1. Multimeter
2. Tachometer
3. Stopwatch
4. Penggaris busur
5. Gelas ukur
6. Meteran

3.5. Tahap Perancangan

Pada langkah awal perancangan sistem robot penyemprot pestisida secara otomatis ini adalah membuat blok diagram yang merupakan gambaran dasar untuk merancang dan akhirnya membuat suatu sistem atau alat yang akan dibuat, sehingga keseluruhan diagram rangkaian tersebut akan menghasilkan suatu sistem yang dapat difungsikan atau dapat bekerja sesuai dengan perancangan. Perancangan sistem ini terdiri dari perangkat keras yang aktivitasnya dikendalikan oleh perangkat lunak sehingga semua sistem dapat saling berhubungan. Sistem yang dirancang dapat bekerja secara otomatis bila mendapatkan masukan dari luar. Secara blok diagram dapat dibagi menjadi beberapa bagian yang dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2. Blok Diagram Perancangan Sistem



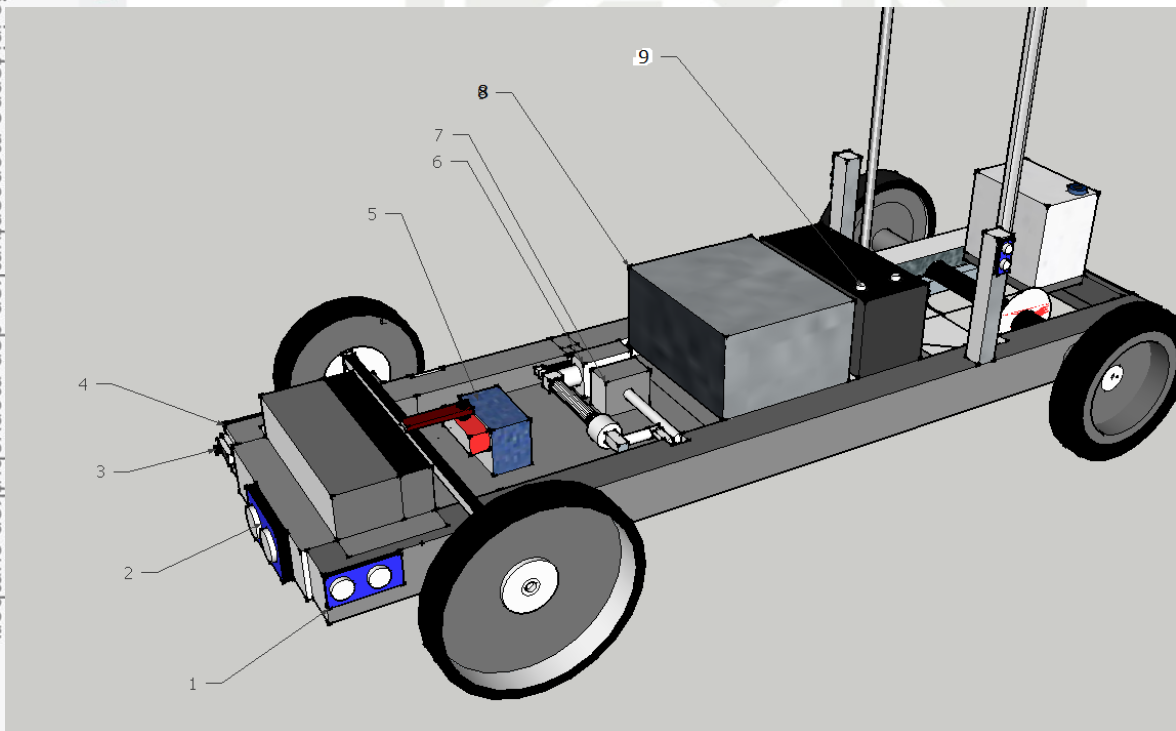
Blok diagram perancangan sistem dibuat berdasarkan cara kerja rangkaian secara keseluruhan. Blok diagram di atas dapat diketahui bahwa digunakan sebuah mikrokontroler yang akan dipakai sebagai pusat kendali dari seluruh rangkaian. Mikrokontroler yang dipakai yaitu arduino uno, beberapa rangkaian pendukung yang digunakan yaitu 2 sensor ultrasonik untuk membaca dinding bedengan sebelah kanan dan kiri serta 1 sensor ultrasonik sebagai pembaca halangan bagian depan, nilai pembacaan sensor ultrasonik bagian kanan dan kiri berfungsi sebagai masukan ke mikrokontroler untuk memberikan perintah ke *driver* motor IBT_2 untuk menggerakkan motor wiper yang berfungsi sebagai penggerak roda belakang dan nilai pembacaan sensor ultrasonik bagian kanan dan kiri juga berfungsi sebagai masukan ke mikrokontroler untuk menggerakkan motor servo yang bertugas sebagai penggerak steering roda depan, sedangkan nilai pembacaan sensor ultrasonik bagian depan digunakan sebagai masukan perintah ke mikrokontroler untuk membelokkan robot ke sisi kanan atau kiri berdasarkan perbandingan nilai yang dibaca sensor ultrasonik pembaca dinding sebelah kanan dan kiri.

Kemudian 2 sensor ultrasonik lagi digunakan sebagai pendeteksi ada tidaknya tanaman sebelah kanan dan kiri robot. Nilai pembacaan masing-masing sensor ini akan digunakan oleh mikrokontroler untuk menentukan aktif atau tidaknya relay pompa penyemprotan pestisida, yang mana kebutuhan tegangan pompa terlebih dahulu diatur menggunakan DC dimmer. *Limit switch* difungsikan sebagai saklar untuk mengalir dan memutuskan aliran daya ke *driver* motor dan DC dimmer sedangkan *buzzer* sebagai alarm ketika aliran daya ke *driver* motor dan DC dimmer terputus. *Limit switch* digunakan sebagai batas dari akhir kerja robot ataupun difungsikan sebagai batas bahwa pestisida yang dibawa robot sudah habis dan akan dilakukan pengisian ulang.

3.6. Desain Mekanik Robot

Desain *hardware* yang akan dirancang pada robot penyemprot pestisida secara otomatis ini terbuat dari besi ringan bulat dan persegi yang disusun sedemikian rupa sehingga didapat sebuah bentuk yang diinginkan dengan ukuran panjang robot 60 cm, lebar robot 45 cm, tinggi robot 47 cm, panjang tiang nozzle 75 cm, volume tangki pestisida 5 liter, menggunakan 4 roda dan berat robot 15 kg, desain ini dapat dilihat pada Gambar 3.5. Pengambilan dimensi tersebut diharapkan robot dapat bergerak dan berbelok dengan mudah menyusuri bedengan. Pada bagian desain ini telah dirancang dan diatur sebagai tempat komponen-komponen utama robot penyemprot pestisida otomatis ini, seperti sensor

ultrasonik HY-SRF05, mikrokontroler arduino uno, motor servo, *driver motor* IBT-2, motor pompa DC, dan motor DC wiper. Pada sisi depan desain robot ini memiliki satu *limit switch* dan 3 sensor ultrasonik dengan posisi kanan, kiri dan tengah, dimana posisi sensor kanan dan kiri membentuk sudut masing-masing 90 derajat. Pada bagian belakang desain robot memiliki dua sensor ultrasonik dengan posisi kanan dan kiri, baterai sebagai *power* utama penggerak robot penyemprot pestisida otomatis dengan tegangan 12 volt 8 amper, dua tiang nozzle pada sisi kanan dan kiri robot dengan panjang 75 cm, panjang tiang nozzle ini dapat disesuaikan dengan tinggi tanaman yang akan disemprot, pada posisi paling belakang robot diletakkan penampung cairan pestisida yang akan disemprotkan pada tanaman. Bentuk desain *hardware* dapat dilihat pada gambar 3.3, gambar 3.4 dan gambar 3.5 sedangkan gambar bedengan dan tanaman cabai dapat dilihat pada gambar 3.6 dan gambar 3.7 merupakan gambar jalur lintasan robot.



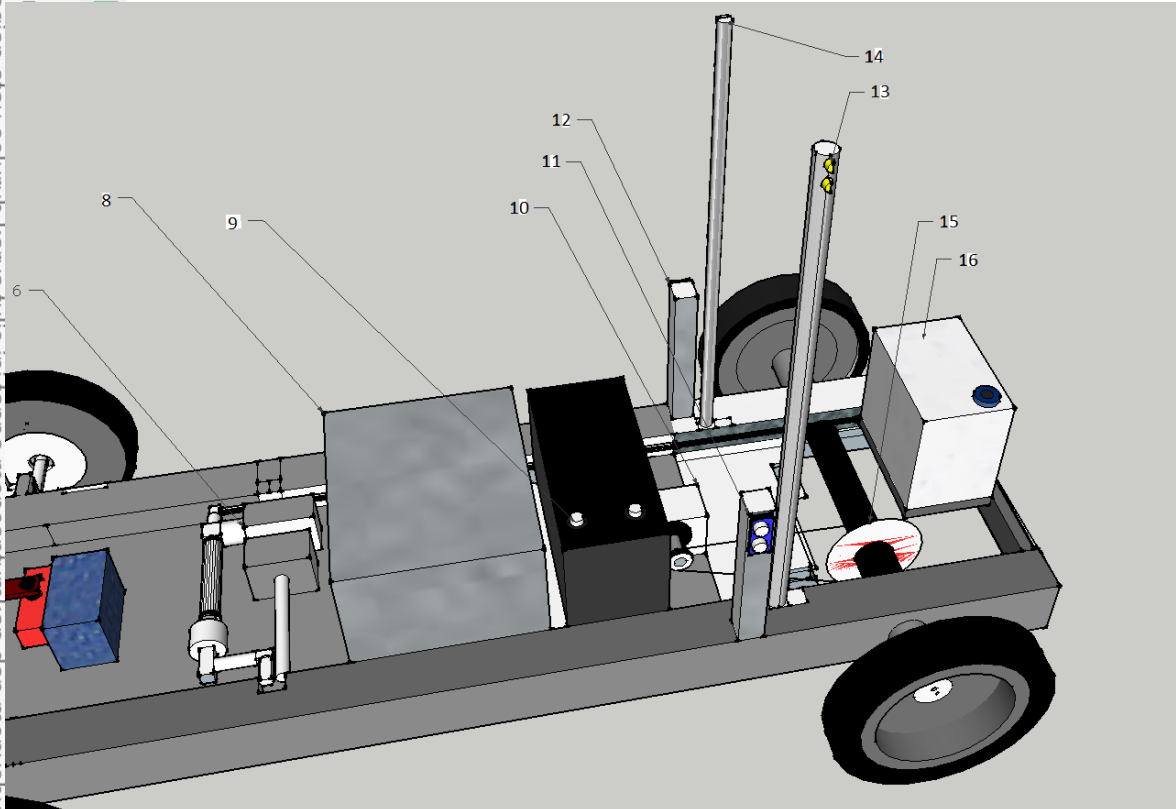
Gambar 3.3. Desain Tata Letak Komponen Tampak Bagian Depan

Adapun keterangan dari gambar model perancangan tata letak komponen tampak depan sebagai berikut:

1. Sensor Ultrasonik samping kiri
2. Sensor Ultrasonik sisi depan
3. *Limit switch*
4. Sensor Ultrasonik samping kanan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

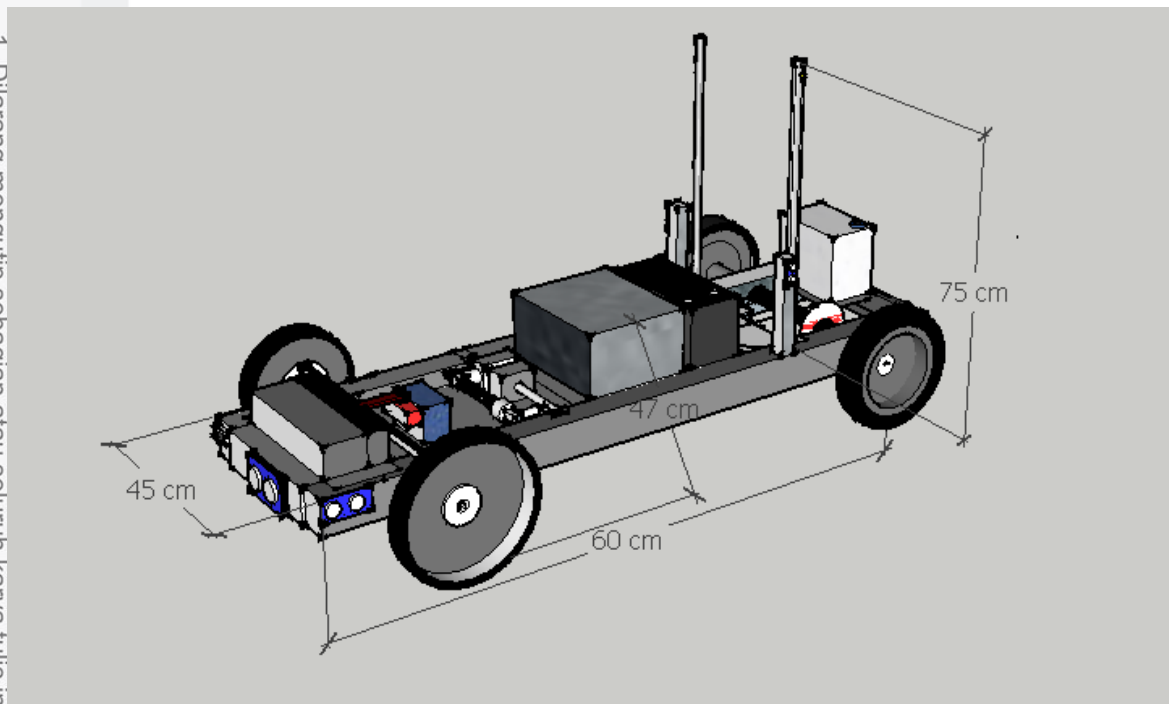
5. Motor servo sebagai steering roda depan
 6. Pompa pestisida 1
 7. Pompa pestisida 2
 8. Kotak kontroler
 9. Baterai
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



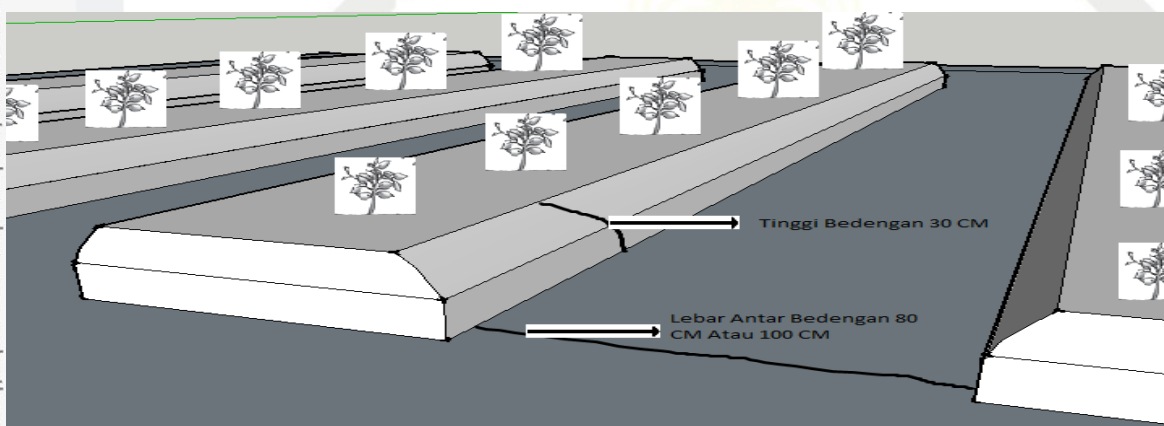
Gambar 3.4. Desain Tata Letak Komponen Tampak Bagian Belakang

Adapun keterangan dari gambar model perancangan tata letak komponen tampak belakang sebagai berikut:

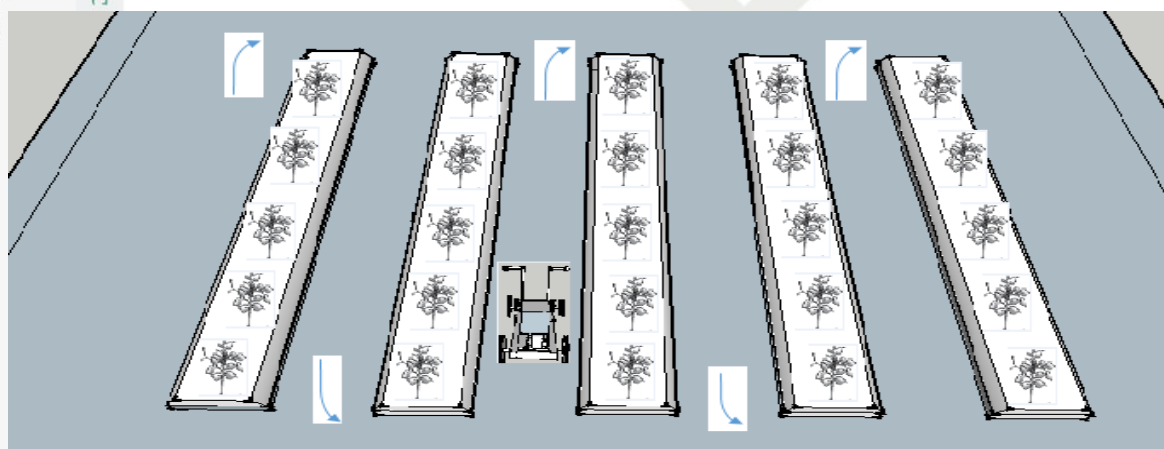
10. Motor wiper
11. Sensor ultrasonik deteksi tanaman kiri
12. Sensor ultrasonik deteksi tanaman kanan
13. Tiang nozzle kiri
14. Tiang nozzle kanan
15. Gear reduksi belakang
16. Tangki pestisida



Gambar 3.5. Desain Dimensi Robot



Gambar 3.6. Tanaman yang Ditanam Pada Bedengan



Gambar 3.7. Gambar Keseluruhan Bedengan Budidaya Tanaman Cabai Dengan Robot Penyemprot Pesticida

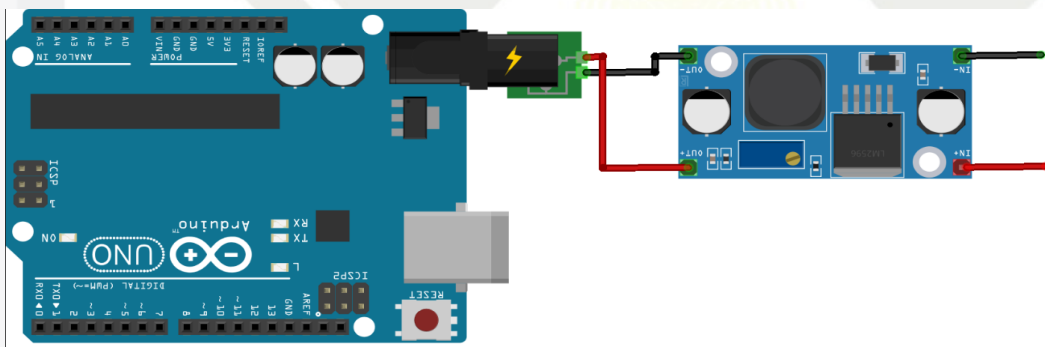
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.7 merupakan gambar bedengan yang akan menjadi lintasan robot, ketinggian bedengan yaitu kurang dari 30 cm dengan sudut kemiringan sisi samping bedengan 70-80 derajat dan lebar antar bedengan 80-100 cm berdasarkan observasi pengukuran di lapangan. Robot akan berjalan menyusuri bedengan berdasarkan pendeteksian sisi kanan dan kiri bedengan oleh sensor ultrasonik dan kemudian akan berbelok ketika sampai di ujung bedengan, penentu belok kanan atau kiri robot berdasarkan nilai pembacaan sensor ultrasonik terhadap perbandingan nilai sisi kanan, sisi kiri dan sisi depan robot.

3.7. Perancangan Hardware

3.7.1. Perancangan Power Supply

Rancangan *Power supply* digunakan sebagai penyedia daya semua rangkaian yang digunakan pada alat. *Power supply* yang digunakan sebagai penyedia daya pada alat ini adalah baterai 12 volt 8 ampere, kemudian tegangan diturunkan dari 12 volt menjadi 9 volt menggunakan modul XL1405 untuk menyuplai mikrokontroler arduino uno. Berikut rangkaian perancangan arduino dengan *power supply*:

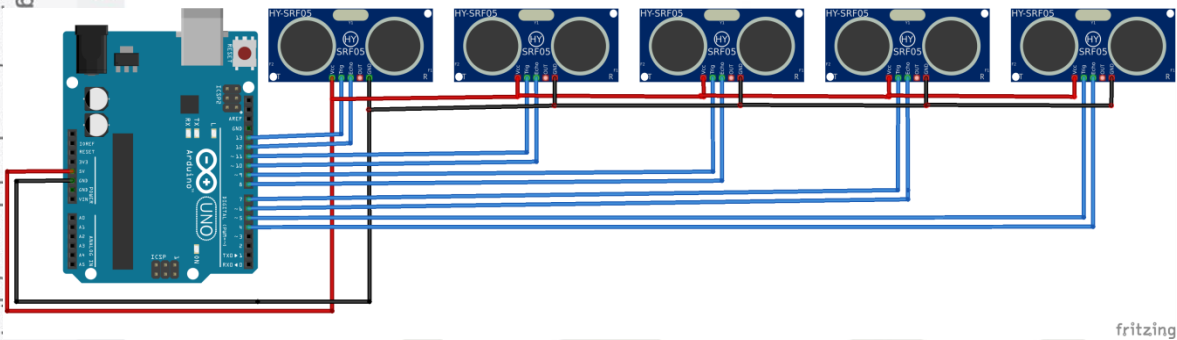


Gambar 3.8. Rangkaian Arduino Uno dengan Modul *Stepdown* XL1405

3.7.2. Perancangan Sensor Ultrasonik HY-SRF05

Rancangan sensor ultrasonik di sini berfungsi sebagai indra jalannya robot dalam menyusuri bedengan, mengukur jarak antara robot dengan bedengan. Sehingga robot tidak menabrak ataupun menyentuh bagian tepian bedengan, sensor ultrasonik akan memancarkan gelombang kemudian gelombang tersebut akan dipantulkan oleh objek di depannya kemudian diterima kembali oleh sensor dan mengukur lebar waktu kemudian mengirimnya ke mikrokontroler, peletakan sensor ultrasonik pada robot diletakkan pada lima sisi yaitu sisi kanan sebagai pengecek jarak antara robot dengan bedengan pada sisi kanan, sisi kiri sebagai pengecek jarak antara robot dengan bedengan pada sisi kiri, kemudian sisi depan sebagai

pengecek jarak antara robot dengan halangan ataupun pembatas pada sisi depan dan dua lagi sensor ultrasonik diletakkan pada tiang nozzle bagian kanan dan kiri yang digunakan sebagai deteksi ada atau tidaknya tanaman, berdasarkan jarak halangan yang terbaca oleh sensor yang kemudian mikrokontroler memberi perintah aktif atau tidaknya relay pompa yang akan mengalirkan pestisida menuju nozzle semprot. Berikut rangkaian rancangan arduino uno dengan sensor ultrasonik HY-SRF05:



Gambar 3.9. Rangkaian Arduino Uno dengan Sensor Ultrasonik HY-SRF05

Adapun penggunaan pin-pin arduino uno dalam rangkaian di atas dapat dilihat pada pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1. Penggunaan Pin Arduino Uno Untuk Pengkabelan Sensor Ultrasonik HY-SRF05

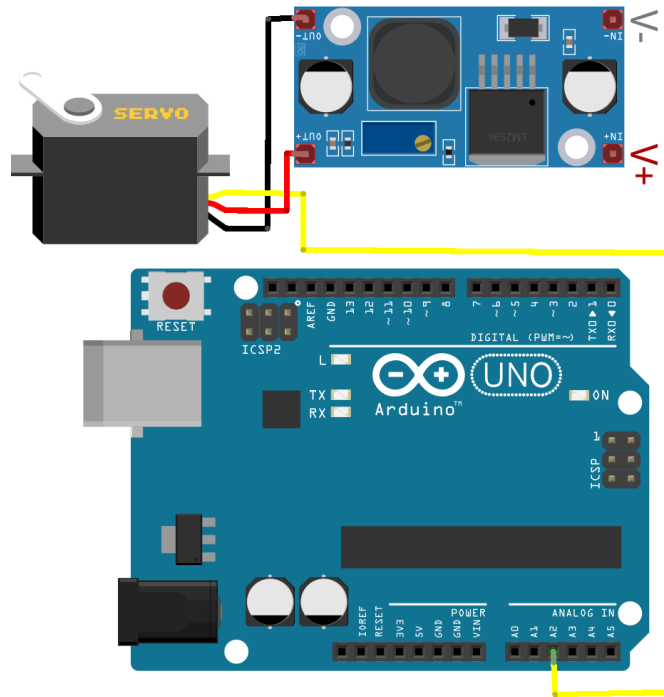
Arduino/Ultrasonik 1		Arduino/Ultrasonik 2		Arduino/Ultrasonik 3		Arduino/Ultrasonik 4		Arduino/Ultrasonik 5	
VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC
Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd
Pin 13	Trig	Pin 11	Trig	Pin 9	Trig	Pin 7	Trig	Pin 5	Trig
Pin 12	Echo	Pin 10	Echo	Pin 8	Echo	Pin 6	Echo	Pin 4	Echo

3.7.3. Perancangan Motor Servo SPT5435LV-180

Pada perancangan motor servo di penelitian ini digunakan sebagai penggerak steering roda depan robot. Pergerakan motor servo diatur berdasarkan nilai pembacaan sensor ultrasonik sisi kanan, kiri dan depan. Tegangan kerja motor servo SPT5435LV-180 yaitu 4-6 V dan arus 2 A. Berikut ini rangkaian perancangan arduino uno dengan motor servo SPT5435LV-180.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.10. Rangkaian Perancangan Arduino Uno dengan Motor Servo

Adapun penggunaan pin-pin arduino uno dalam rangkaian di atas dapat dilihat pada pada Tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2. Penggunaan Pin Arduino Uno dengan Motor Servo

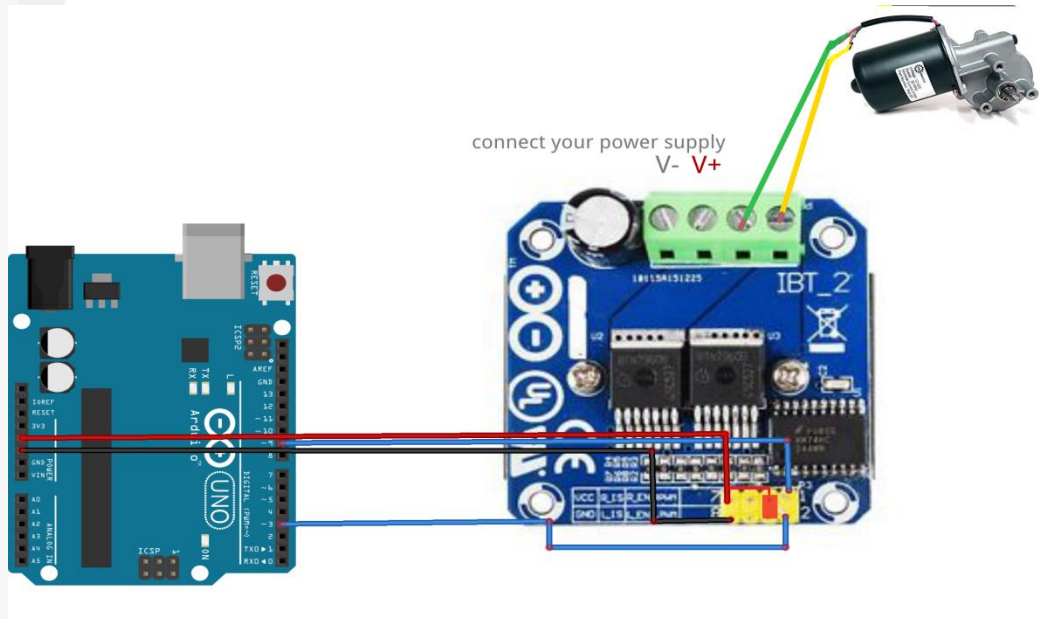
Arduino	Motor Servo
Pin A2	Signal
VCC	VCC
GND	GND

3.7.4. Perancangan Modul *Driver* Motor IBT_2 Dengan Motor Wiper

Pada perancangan *driver* motor di penelitian ini menggunakan *driver* IBT_2 yang digunakan untuk mengaktifkan motor wiper. *Driver* digunakan untuk pengaktif motor wiper sebagai penggerak roda belakang robot. Motor wiper yang digunakan membutuhkan tegangan sebesar 12 V, *plug Power* disambungkan ke *driver* motor IBT_2 untuk memberikan tegangan sebesar 12 V kepada motor wiper. Berikut ini rangkaian perancangan arduino uno dengan *driver* motor IBT_2 dengan motor wiper.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.11. Rangkaian Perancangan Arduino Uno dengan *Driver* Motor IBT_2 dan Motor Wiper

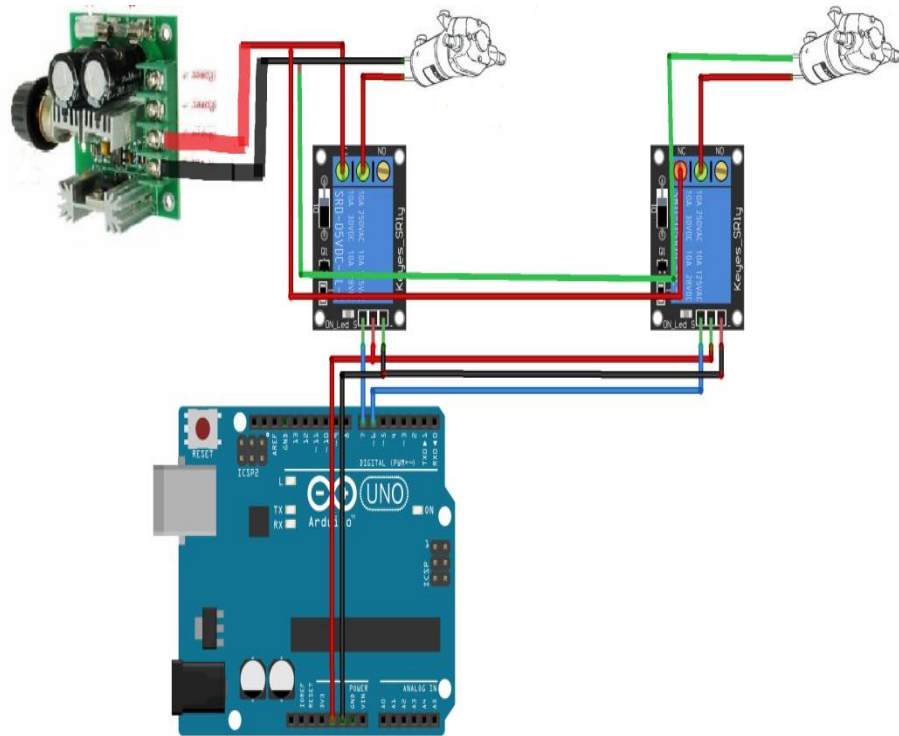
Adapun penggunaan pin-pin arduino uno dalam rangkaian di atas dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.3. Penggunaan Pin Arduino Uno Untuk Pengkabelan *Driver* Motor IBT_2 dengan Motor Wiper

Arduino	Driver
Pin 9	RPWM
Pin 3	LPWM
Pin 5	VCC, R_EN, L_EN
Pin GND	GND

3.7.5. Perancangan Pompa

Pompa pada perancangan ini berfungsi sebagai penyedot pestisida dari tangki dan menyembrotkannya, dalam perancangan ini menggunakan dua buah relay DC satu canel untuk mengaktifkan dua modul pompa untuk penyemprot tanaman sebelah kanan dan tanaman sebelah kiri. Pengaturan tegangan pompa diatur menggunakan modul DC dimmer, pengaturan tegangan akan berpengaruh terhadap jumlah pestisida yang dapat ditarik oleh motor pompa. Berikut ini perancangan pompa penyemprot pestisida dengan dua buah relay dan DC dimmer.



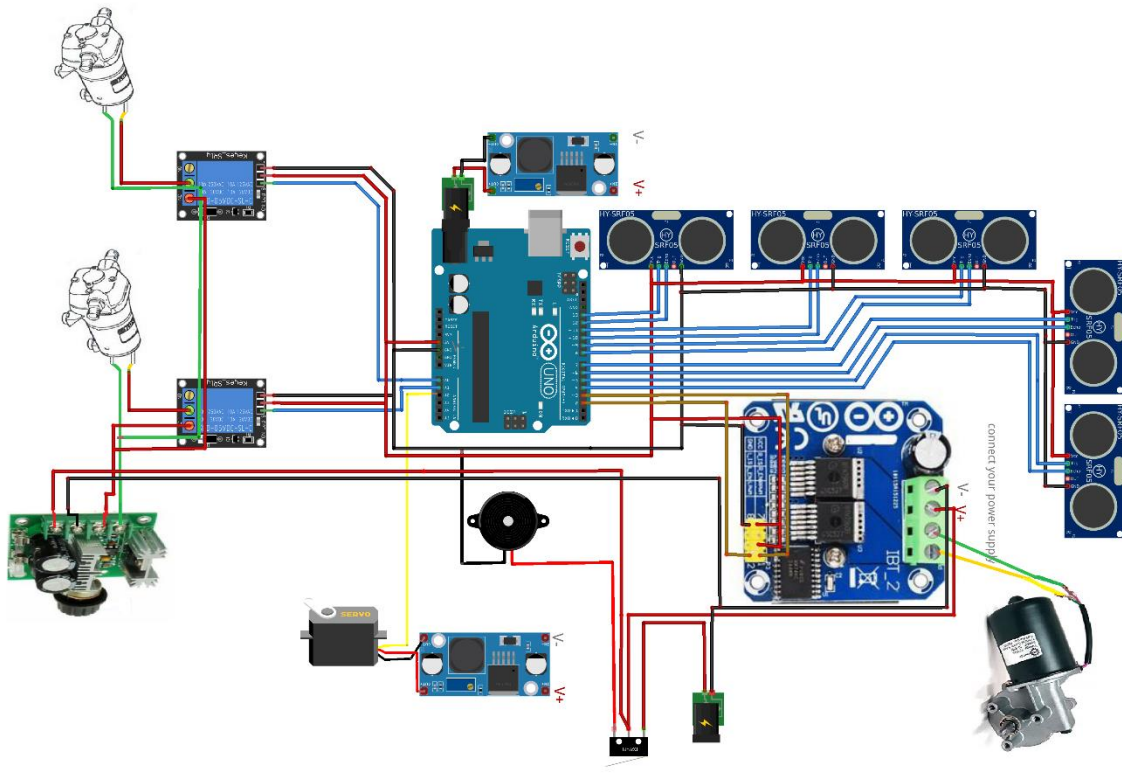
Gambar 3.12. Rangkaian Perancangan Arduino Uno dengan Relay Pompa dan DC Dimmer

Adapun penggunaan pin-pin arduino uno dalam rangkaian di atas dapat dilihat pada pada Tabel 3.4 berikut:

Tabel 3.4. Penggunaan Pin Arduino Uno Untuk Pengkabelan Relay Pompa dan DC Dimmer

Arduino	Relay
VCC	VCC
Gnd	GND
Pin 7	Input relay 1
Pin 6	Input relay 2

3.7.6. Rancangan *Hardware* Kontrol Keseluruhan



Gambar 3.13. Rangkaian Perancangan Keseluruhan Alat

Pada perancangan *hardware* keseluruhan ada penambahan komponen *limit switch* dan *buzzer*, penambahan komponen *limit switch* ini berfungsi sebagai pembatas kerja dari motor wiper dan motor penyemprot pestisida. *Limit switch* dan *buzzer* pada perancangan ini bekerja dengan 2 fungsi, yaitu sebagai tanda bahwa pestisida di tangki sudah habis dan atau kerja robot telah selesai. *Limit switch* akan diletakkan pada sisi depan robot, dimana peletakan ini berfungsi untuk mempermudah dalam mengaktifkannya *limit switch*.

3.8. Perancangan *software*

Perancangan *software* bertujuan untuk membuat sistem dapat bekerja dengan baik sesuai yang diharapkan. Tahap awal perancangan *software* adalah merancang diagram alir dari program yang akan dibuat. Pada penelitian ini digunakan perangkat lunak Arduino IDE versi 1.8.5 untuk proses pembuatan program yang kemudian program di *upload* ke arduino uno.

3.8.1. Perancangan Diagram Alir Program robot

Sensor utama yang dipakai pada perancangan robot penyemprot pestisida otomatis yaitu sensor ultrasonik, sensor ultrasonik difungsikan untuk mengukur jarak robot dengan

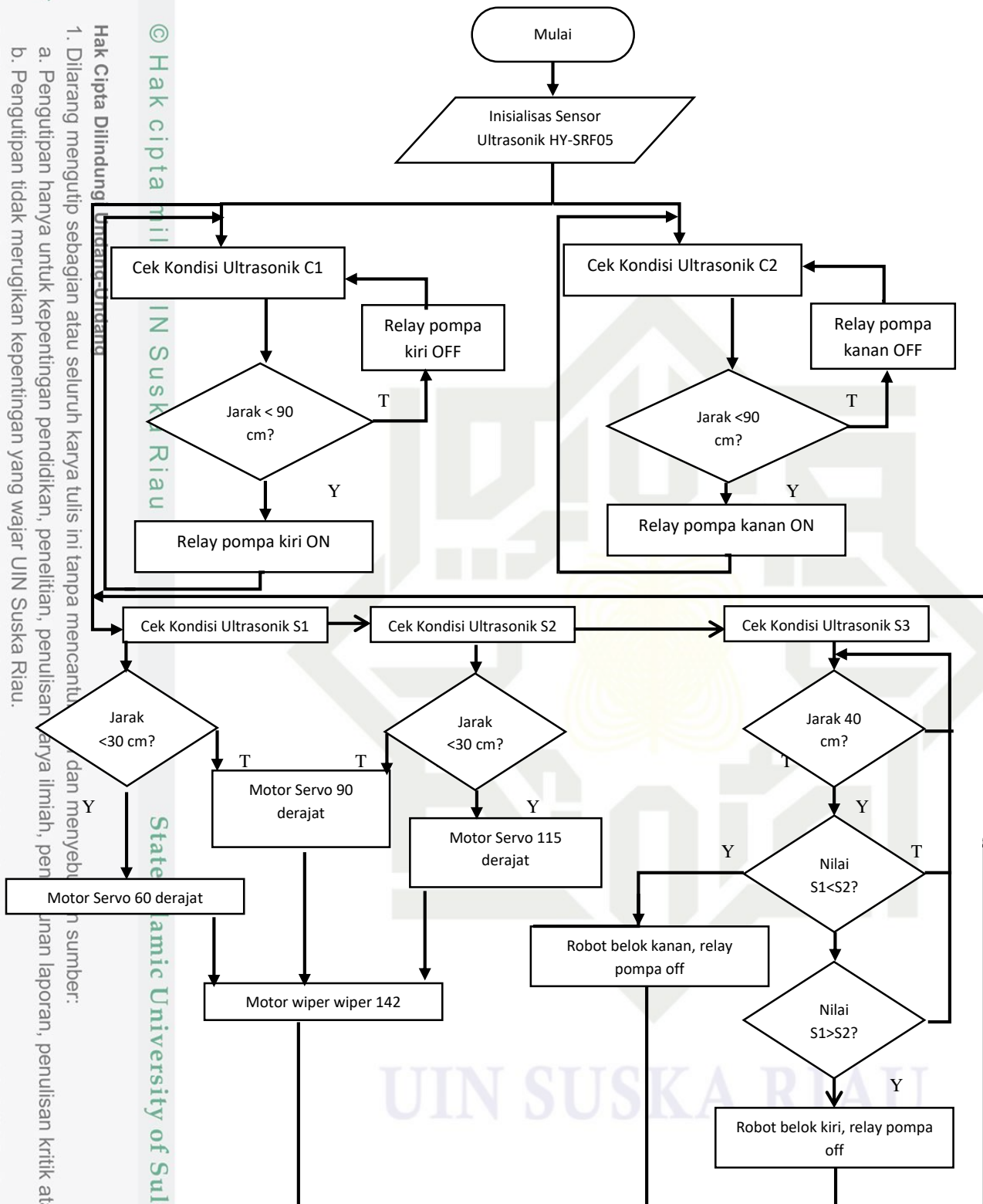


bedengan dan deteksi tanaman. Nilai hasil pengukuran dan pendeteksian sensor akan diolah oleh mikrokontroler arduino uno. Alur program perancangan pendeteksi bedengan yaitu ketika sensor bagian kanan membaca jarak antara robot dengan bedengan dengan jarak kurang dari 30 cm maka motor servo akan bergerak pada sudut 115 derajat kekiri atau serong kiri selama 50 ms dan ketika sensor bagian kiri membaca jarak antara robot dengan bedengan dengan jarak kurang 30 cm maka motor servo akan bergerak pada sudut 65 derajat ke kanan atau serong kanan selama 50 ms, pengkondisian ini dilakukan supaya robot tetap berada di tengah lintasan. Ketika sensor bagian depan mendeteksi halangan kurang 40 cm dan nilai pembacaan sensor ultrasonik pembaca dinding sebelah kiri lebih kecil dari nilai pembacaan sensor sebelah kanan maka robot akan berbelok ke kanan, sedangkan jika nilai pembacaan sensor ultrasonik pembaca dinding sebelah kanan lebih kecil dari nilai pembacaan sensor sebelah kiri maka robot akan berbelok ke kanan.

Selanjutnya perancangan program penyemprotan pestisida dimana alurnya yaitu ketika sensor ultrasonik mendeteksi tanaman sebelah kiri mendeteksi halangan pada jarak kurang dari 90 cm maka kontroler akan mengaktifkan relay pompa sebelah kiri, sehingga robot melakukan penyemprotan tanaman sebelah kiri. Kemudian jika sensor ultrasonik pendeteksi tanaman sebelah kanan mendeteksi halangan pada jarak kurang dari 90 cm maka kontroler akan mengaktifkan relay pompa sebelah kanan, sehingga robot melakukan penyemprotan tanaman sebelah kanan. Sedangkan jika nilai pembacaan sensor ultrasonik pendeteksi tanaman sebelah kiri dan kanan membaca nilai lebih dari 90 cm maka relay pompa tidak aktif.

Kemudian kecepatan putaran motor wiper diatur konstan pada level 142 atau kecepatan gerak robot pada kecepatan 0,3125 m/s pada saat robot berjalan menyusuri bedengan, kecepatan ini diatur lebih rendah dibandingkan dengan kecepatan gerak penyemprotan secara manual yaitu 4,16 m/s supaya sensor ultrasonik pendeteksi tanaman mampu mendeteksi tanaman, berikut diagram alir program robot penyemprot pestisida otomatis.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.14. Flowchart Keseluruhan Robot Penyemprot Pesticida



3.9. Tahapan Pengujian

Setelah pengambilan dan pengumpulan data maka langkah selanjutnya adalah menganalisa data dan melakukan pengujian *software*, *hardware*, dan melakukan pengujian seberapa besar kinerja alat. Adapun tahapan dalam pengujian sistem ini adalah:

3.9.1. Pengujian Perangkat Lunak (*software*)

Pengujian perangkat lunak dilakukan dengan melakukan evaluasi konfigurasi pin mikrokontroler yang akan digunakan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah konfigurasi terhadap perangkat keras melalui pin-pin arduino dapat berjalan dengan baik, serta untuk memastikan perangkat keras tersebut sudah bekerja sesuai dengan perancangan cara kerja alat dan pemrograman. Tahapan yang dilakukan dalam pengujian sebagai berikut:

- Semua program dikerjakan pada *software* Arduino IDE 1.8.5 kemudian meng-*compile* dan pastikan tidak ada status *error*.
- Hubungkan *board* arduino uno dengan USB lalu hubungkan ke PC yang akan digunakan, kemudian meong-*upload* program.
- Menghubungkan konfigurasi pin pada arduino dengan perangkat *input* dan *output*.

3.9.2. Pengujian *Hardware*

- Pengujian catu daya

Agar sistem robot penyemprot pestisida ini bekerja dibutuhkan catu daya untuk men-*supply* tegangan. Tegangan yang dibutuhkan oleh sistem 7-12 V untuk arduino uno, 4-6 V untuk motor servo kemudian 12 V untuk motor wiper dan motor pompa yang akan di- *supply* oleh aki 12 V. Untuk mengetahui apakah rangkaian *power supply* telah tersedia maka dilakukan pengujian untuk mengukur *output* dari modul *stepdown* menggunakan multimeter dan membandingkan apakah pembacaan multimeter sesuai dengan tegangan yang diharapkan.

- Pengujian mikrokontroler arduino uno

Pada tahap ini penulis melakukan pengujian untuk mengetahui apakah koneksi antara mikrokontroler dan komputer bekerja dengan baik. Pengujian pada mikrokontroler ini dilakukan dengan menghubungkan mikrokontroler dengan laptop menggunakan kabel USB. Langkah selanjutnya meng-*upload* program blink LED pada arduino untuk membuat LED berkedip. Tujuan dari pengujian tersebut adalah untuk mengetahui bahwa arduino uno berfungsi dengan baik.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

c. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan dengan memberikan benda di depan sensor dan mengecek apakah sensor ultrasonik dapat mendeteksi jarak yang diubah-ubah.

d. Pengujian *driver* motor IBT_2

Pengujian *driver* motor IBT_2 dilakukan dengan cara mengukur nilai tegangan keluaran dari *driver* motor IBT_2, kemudian membandingkan nilai PWM dari mikrokontroler terhadap tegangan keluaran *driver*.

e. Pengujian motor DC wiper

Pengujian motor DC wiper dilakukan dengan memberikan program nilai PWM melalui mikrokontroler kemudian mengukur nilai rpm dari putaran motor wiper menggunakan tachometer.

f. Pengujian motor servo

Pengujian motor servo dilakukan dengan memberikan program nilai sudut melalui mikrokontroler kemudian mengukur sudut terbaca oleh motor servo menggunakan penggaris busur.

g. Pengujian relay

Pengujian relay dilakukan dengan memberikan program *high* dan *low* melalui mikrokontroler kemudian mengecek kondisi relay apakah mampu mengalirkan listrik DC 12 V.

h. Pengujian motor pompa sprayer

Pengujian motor pompa dilakukan dengan memberikan tegangan input yang berbeda-beda melalui DC dimmer kemudian mengukur waktu yang dibutuhkan motor pompa untuk menghabiskan 1 liter air.

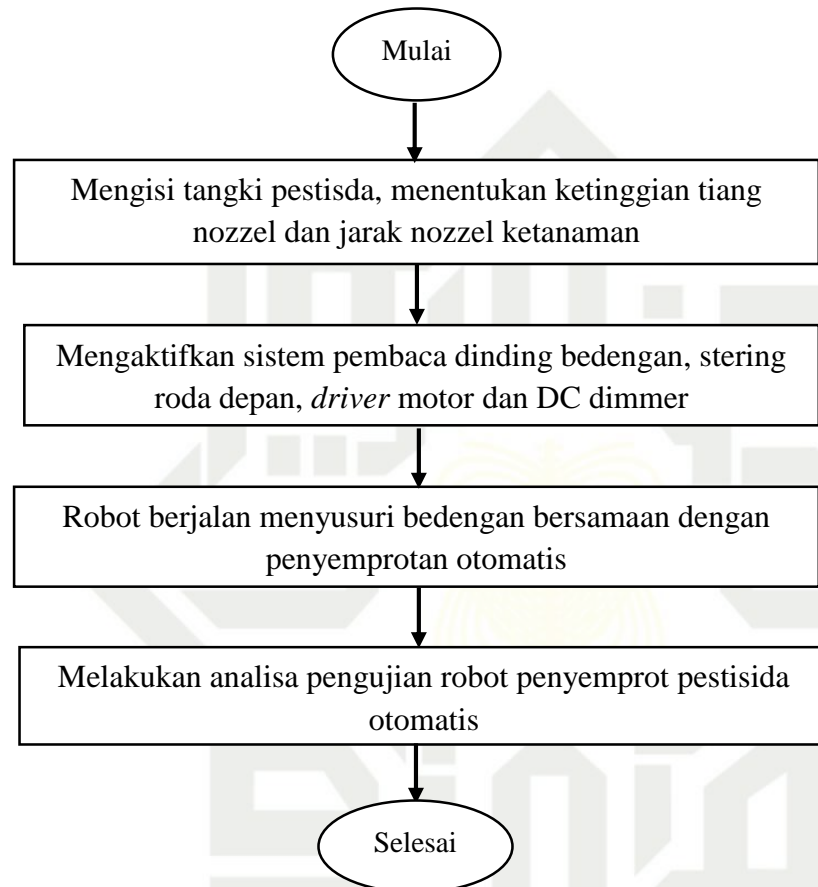
i. Pengujian *limit switch* dan *buzzer*

Pengujian *limit switch* dilakukan dengan menekan tombol yang ada pada *limit switch* dan membandingkan kondisi *buzzer*, motor wiper dan motor pompa pada robot penyemprot pestisida otomatis sebelum dan sesudah saklar *limit switch* ditekan.

3.10. Pengujian Kinerja Robot Penyemprot Pestisida

Pengujian kinerja robot bertujuan untuk mengetahui keberhasilan sistem berdasarkan variabel-variabel yang telah ditentukan terhadap kondisi nyata di lingkungan. Pengujian robot penyemprot pestisida dilakukan dengan cara mengujikan robot langsung dilapangan. Pengujian dilakukan dengan mengujikan robot melakukan penyemprotan pestisida otomatis

pada tanaman cabai, robot akan berjalan menyusuri bedengan bersamaan dengan proses penyemprotan pestisida pada tanaman cabai dengan panjang bedengan 20 meter, dengan jumlah 2 bedengan tanaman cabai. Hasil pengujian dari robot ini adalah keberhasilan dari kinerja sistem yang telah dibuat dan kemudian melakukan analisa hasil pengujian berdasar data yang telah didapat.



Gambar 3.15. Alur Pengujian Kinerja Alat

3.10.1. Pengujian Sensor Ultrasonik Terhadap Dinding Bedengan

Pengujian ini dilakukan dengan melakukan pemantauan pada pembacaan sensor ultrasonik untuk membaca jarak bedengan sebelah kanan dan kiri robot, berdasarkan setpoint yang telah ditentukan pada program, hasil pembacaan akan ditampilkan pada LCD, kemudian akan dilakukan pencatatan pada tabel nilai jarak robot dengan bedengan setelah robot berjalan.

Tabel 3.5. Contoh Pengujian Sensor Ultrasonik Terhadap Dinding Bedengan

Pengujian	Sensor kiri (cm)	Sensor kanan (cm)	Keterangan
			Berhasil/gagal

2.			Berhasil/gagal
3.			Berhasil/gagal
4.			Berhasil/gagal
5.			Berhasil/gagal
6.			Berhasil/gagal
7.			Berhasil/gagal
8.			Berhasil/gagal
9.			Berhasil/gagal
10.			Berhasil/gagal

3.10.2. Pengujian Motor Servo

Pengujian ini dilakukan dengan melakukan pemantauan pada hasil pergerakan roda depan yang digerakkan oleh motor servo berdasarkan nilai inputan sudut dari kontroler.

Tabel 3.6. Contoh Pengujian Motor Servo

Pengujian	Motor servo (sudut)	Kondisi roda depan
1.	90 ⁰	
2.	115 ⁰	
3.	65 ⁰	
4.	145 ⁰	
5.	35 ⁰	

3.10.3. Pengujian Sensor Ultrasonik Terhadap Motor Servo

Pengujian dilakukan dengan melakukan pemantauan pada respon motor servo terhadap nilai pembacaan sensor ultrasonik pada dinding bedengan. Referensi jarak antara sensor ultrasonik pada bagian depan dengan robot diatur sejauh 40 cm, sedangkan untuk sensor ultrasonik bagian kanan dan kiri diatur pada jarak 35 cm.

Tabel 3.7. Pengujian Sensor Ultrasonik Terhadap Motor Servo

Pengujian	Jarak terdeteksi (cm)			Respon servo (°)	Respon sistem	Keterangan
	Kiri	Kanan	Depan			
1.						Berhasil/gagal
2.						Berhasil/gagal
3.						Berhasil/gagal



4.						Berhasil/gagal
5.						Berhasil/gagal
6.						Berhasil/gagal
7.						Berhasil/gagal
8.						Berhasil/gagal
9.						Berhasil/gagal
10.						Berhasil/gagal

3.10.4. Pengujian Sensor Ultrasonik Terhadap *Driver* IBT_2

Pengujian ini dilakukan dengan melakukan pemantauan respon *driver* dalam menggerakkan motor DC wiper penggerak roda belakang robot terhadap pembacaan sensor ultrasonik.

Tabel 3.8. Pengujian sensor ultrasonik terhadap *driver* IBT_2

Pengujian	Jarak terdeteksi (cm)			Respon <i>driver</i>		Gerak robot	Keterangan
	Kiri	Kanan	Depan	PWM	Teg. (V)		
1.				142	6,94		Berhasil/gagal
2.				142	6,94		Berhasil/gagal
3.				142	6,94		Berhasil/gagal
4.				142	6,94		Berhasil/gagal
5.				142	6,94		Berhasil/gagal
6.				142	6,94		Berhasil/gagal
7.				142	6,94		Berhasil/gagal
8.				142	6,94		Berhasil/gagal
9.				142	6,94		Berhasil/gagal
10.				142	6,94		Berhasil/gagal

3.10.5. Pengujian Pembacaan Sensor Ultrasonik Terhadap Tanaman

Pengujian dilakukan ketika robot dalam posisi berjalan, pengujian dilakukan untuk menguji pembacaan sensor ultrasonik terhadap tanaman cabai untuk memastikan bahwa sensor mampu mendeteksi ada atau tidaknya tanaman cabai kemudian memberikan perintah aktif atau tidaknya relay pompa.

Tabel 3.9. Pengujian Pendeteksian Sensor Ultrasonik Terhadap Tanaman Cabai

Pengujian	Jarak terdeteksi (cm)		Relay Pompa		Tanaman		Keterangan
	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	
1.							Berhasil/gagal
2.							Berhasil/gagal
3.							Berhasil/gagal
4.							Berhasil/gagal
5.							Berhasil/gagal
6.							Berhasil/gagal
7.							Berhasil/gagal
8.							Berhasil/gagal
9.							Berhasil/gagal
10.							Berhasil/gagal

3.10.6. Pengujian Kecepatan Gerak Robot

Pengujian dilakukan dengan membandingkan kecepatan gerak robot dengan kecepatan gerak penyemprotan secara manual, pengujian dilakukan dengan mengukur putaran roda belakang robot menggunakan tachometer. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa robot bergerak tidak melebihi kecepatan gerak penyemprotan manual.

3.10.7. Pengujian Robot Ketika Berbelok

Pengujian dilakukan dengan menguji respon robot ketika harus berbelok kekanan maupun ke kiri mengikuti jalur bedengan. Referensi jarak pendeteksian sisi depan robot diatur pada jarak 40 cm. Dimana perintah belok kanan atau kiri robot bergantung pada pembacaan sensor ultrasonik pendeteksi bedengan sebelah kanan dan kiri serta sensor ultrasonik sisi depan.

Tabel 3.10. Pengujian Robot Ketika Berbelok

Pengujian	Jarak terdeteksi (cm)			Gerak robot	Waktu (s)	Keterangan
	Kiri	Kanan	Depan			
1.						Berhasil/gagal
2.						Berhasil/gagal
3.						Berhasil/gagal



4						Berhasil/gagal
5						Berhasil/gagal
6						Berhasil/gagal

3.10.8. Pengujian Semprotan

Pengujian semprotan dilakukan untuk mengetahui apakah robot mampu melakukan penyemprotan secara otomatis. Pengujian dilakukan pada 3 bedeng tanaman cabai, dengan tipe bedengan tanaman cabai sepanjang 20 meter. Pengujian dilakukan dengan membandingkan debit, kecepatan gerak dan waktu penyemprotan antara penyemprotan manual dengan penyemprotan menggunakan robot.

Tabel 3.11. Pengujian Semprotan

Pengujian	Tegangan pompa	Debit	Kecepatan gerak	Waktu penyemprotan
Robot	V	liter	m/s	detik
Manual	-	liter	m/s	detik

3.10.9. Pengujian Fungsi *Limit Switch* Sebagai Tanda Akhir Kerja Robot Dan Tanda Pestisida Habis

Pengujian *limit switch* sebagai tanda akhir kerja robot dan tanda pestisida habis dilakukan dengan meletakkan suatu halangan pada sisi depan robot yang mana nantinya bagian saklar *limit switch* akan menyentuh halangan tersebut. Halangan digunakan untuk menjadi batas dari akhir kerja robot ataupun difungsikan sebagai batas bahwa pestisida yang dibawa robot sudah habis dan akan dilakukan pengisian ulang. Halangan diletakkan pada sisi depan robot, akan tetapi halangan ini tidak akan terbaca oleh sensor ultrasonik pembaca sisi depan, sehingga halangan hanya akan tersentuh oleh saklar *limit switch*.

Tabel 3.12. Pengujian *Limit Switch* Sebagai Tanda Akhir Kerja Robot dan Tanda Pestisida Habis

Pengujian	<i>Limit switch</i>	<i>Buzzer</i>	Kondisi robot	Keterangan
1	Tidak menyentuh halangan			Berhasil/gagal
2	Menyentuh halangan			Berhasil/gagal

3.11. Implementasi

Tahap implementasi merupakan tahap penerapan robot penyemprot pestisida otomatis yang telah selesai dirancang dan diuji coba. Penerapan dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem pada robot apakah mampu melakukan penelusuran bedengan dan melakukan penyemprotan pestisida secara otomatis dan mampu menggantikan peran manusia dalam proses penyemprotan pestisida pada tanaman cabai. Alat akan diimplementasikan sebanyak 5 kali pengujian untuk melakukan proses penyemprotan pestisida pada tanaman cabai yang ditanam di bedengan, rentang penyemprotan dilakukan dalam waktu 3 hari sekali pada waktu sore dibawah jam 16.00 mengikuti jadwal penyemprotan tanaman yang dilakukan petani. Adapun data yang akan diambil adalah sejauh mana robot dapat membantu petani dalam proses penyemprotan pestisida pada tanaman cabai dan membandingkan hasil sebelum dan sesudah pengimplementasian robot. berikut draft tabel perbandingan sebelum dan sesudah pengimplementasian robot dalam proses penyemprotan pestisida pada tanaman cabai.

Tabel.3.13. Tabel Perbandingan Sebelum Dan Sesudah Pengimplementasian Robot

No	Penyemprotan manual	Penyemprotan robot otomatis
1.	Petani harus menggondong tangki sprayer	
2.	Beresiko terkena paparan pestisida ketika penyemprotan	
3.	Kecepatan gerak penyemprotan tidak konstan	
4.	Terjadi penyemprotan berulang sehingga terjadi penyemprotan berlebih	

3.12. Uji Kelayakan Robot

Setelah dilakukan pengujian sistem robot, maka selanjutnya dilakukan tahap uji kelayakan kepada konsumen yaitu petani hortikultura. Pengujian kelayakan dilakukan dengan metode kuantitatif menggunakan kuesioner. Hasil dari kuesioner ini nantinya akan mengetahui sejauh mana robot penyemprot pestisida otomatis ini dapat menjawab terkait *usability*, *simplicity* dan *interactivity*. Format kuesioner yang digunakan adalah sebagai berikut



KUESIONER PENELITIAN

“Rancang Bangun Robot Penyemprot Pesticida Otonom Dengan Sistem *Wall-Follower* Pada Penyemprotan Tanaman Cabai”

A. Identitas Responden

Nama :
 Komunitas/ Kelompok Tani :
 Alamat :
 No. HP :

B. Petunjuk pengisian kuesioner :

1. Isilah daftar identitas responden yang telah disediakan
2. Jawablah setiap pertanyaan dengan teliti dan seksama
3. Berilah tanda checklist (√) pada kolom yang telah disediakan untuk pilihan jawaban yang menurut anda paling tepat.

Keterangan :

SS = Sangat Setuju

S = Setuju

RG = Ragu-ragu

TS = Tidak Setuju

STS = Sangat Tidak Setuju

SIMPLICITY

No.	Pertanyaan	SS	S	RG	TS	STS
1.	Robot penyemprot pestisida ini mudah digunakan					
2.	Cara pengoperasian robot ini sangat mudah karena beroperasi secara otomatis					
3.	Bentuk robot tidak terlalu besar, sehingga mudah menyusuri bedengan tanaman cabai dan mudah dipindahkan					
4.	Semua fitur robot jelas dan mudah penggunaannya					
5.	Robot ini memiliki komponen yang sederhana dan mudah ditemui di pasaran					



INTERACTIVITY

No.	Pertanyaan	SS	S	RG	TS	STS
1.	Saat sistem diaktifkan maka robot akan langsung mendeteksi jarak robot dengan bedengan dan mendeteksi ada tidak tanaman					
2.	Sistem pembaca dinding bedengan pada robot memposisikan robot pada posisi tengah lintasan dan mencegah robot menabrak bedengan					
3.	Sistem pendeteksi tanaman pada robot memungkinkan robot hanya melakukan penyemprotan jika mendeteksi tanaman					
4.	Kecepatan jalan robot penyemprot pestisida otomatis ini disesuaikan dengan kecepatan jalan penyemprotan manual					
5.	Ketika robot menyentuh pembatas proses penyemprotan maka robot akan berhenti					

USABILITY

No.	Pertanyaan	SS	S	RG	TS	STS
1.	Robot dapat menggantikan petani dalam proses proteksi tanaman					
2.	Mempermudah petani dalam proses penyemprotan					
3.	Dapat mencegah petani terkena kontaminasi secara langsung					
4.	Sistem robot ini sangat mudah digunakan dan tidak membutuhkan keahlian khusus					
5.	Robot mampu melakukan penyemprotan terukur sehingga tidak terjadi penyemprotan berlebih					

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil perancangan robot penyemprot pestisida otomatis dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Robot berhasil menyusuri bedengan dengan sistem *wall follower* pada lahan pertanian konvensional berdasarkan pembacaan sensor ultrasonik.
2. Penyemprotan pestisida otomatis menggunakan sensor ultrasonik dapat mendeteksi tanaman cabai pada jarak maksimum 90 cm.
3. Penyemprotan robot berhasil melakukan penyemprotan ke seluruh tanaman cabai tanpa menghasilkan penyemprotan berlebih dengan kecepatan jalan 0,3125 m/s, ketinggian semprotan 60 cm, lebar semprotan 115 cm dan debit semprotan 17,94 ml/det.

5.2. Saran

Adapun saran untuk penelitian berikutnya agar perancangan alat dapat berjalan lebih baik yaitu:

1. Untuk pengembangan penelitian berikutnya, sebaiknya menggunakan sensor pendeteksi jarak yang tahan air dan memiliki nilai pembacaan yang lebih akurat.
2. Untuk pengembangan penelitian berikutnya, sebaiknya menambah sistem kontrol remot sehingga robot dapat bergerak dalam mode otomatis dan kontrol remot.
3. Untuk pengembangan penelitian berikutnya, sebaiknya dilakukan pengembangan dengan mengubah sistem penggerak dan jenis roda, sehingga robot mampu bergerak di lahan berlumpur maupun lahan kering.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik (2018). <https://www.bps.go.id/25/10/2018>. (Diakses Februari 20, 2018).
- [2] Naa C. F., Padang E. and Handayani Y. S. “Sistem Monitoring dan Kontrol Rumah Kaca berbasis Arduino”. *LabView dan Antarmuka Web*,” pp. 2–9, 2015.
- [3] Analisis Perkembangan Harga Bahan Pangan Pokok Di Pasar Domestik Dan Internasional. Kementerian Perdagangan Republik Indonesia, *Oktober 2018*.
- [4] Hama dan Penyakit Pada Tanaman Cabai Serta Pengendaliannya. Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian, 2014.
- [5] Balingtan (2013). Teknologi menurunkan residu pestisida di lahan pertanian, <http://balingtan.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/berita/138-teknologi-menurunkan-residu-pestisida-di-lahan-pertanian>, (Diakses tanggal 28 Februari 2019).
- [6] Ditjen PSP (2016) Pestisida Pertanian dan Kehutanan Tahun 2016, Kementerian pertanian, Jakarta.
- [7] Quijano, R., Sarojeni V.R., 1999. Pestisida Berbahaya Bagi Kesehatan. Yayasan Duta Awam, *Pesticide Action Network Asia and the Pacific*, ISBN: 983-9381-11-3. Series: 983-9381-09-1.
- [8] Aria. G., Ira. D. “Faktor-Faktor Yang Berhubungan dengan Gejala Neurotoksik Akibat Paparan Pestisida pada Petani Sayuran di Kenagarian Alahan Panjang kabupaten Solok”. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 16 (1), 2017.
- [9] Amaliah, w. Syukur, Muhammad. Suhardiyanto, H. “Pengaruh Pendinginan Daerah Perakaran Cabai (*Capsicum annum* L.) di dalam Rumah Tanaman Kawasan Tropika”. *J. Hort. Indonesia*, Agustus 2018, 9(2): 139-147.
- [10] Rifqi, Ahmad. Nur, Annisa. Heny, Agustin. “Pertanian Perkotaan: Urgensi, Peranan, dan Praktik Terbaik”. *Jurnal Agroteknologi*, vol. 10 No. 01 (2016).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



- [11] Raju, P.Govinda. Kumar, D.Vinayand Dinesh. “Solar Operated Pesticide Sprayer”. *International Journal of CoreEngineering & Management*, NCETME -2017.
- [12] Wang. F, 2010. “Control System Design of Spraying Robot”. *International Conference on Computer andCommunication Technologies in Agriculture Engineering*.
- [13] M. W. Chun, T. L. Jui. “Implementation of Remote Control for a Spraying Robot”. *Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Applied System Innovation*, IEEE-ICASI 2017.
- [14] Ron, Berenstein andYael, Edan. “Automatic Adjustable Spraying Device for Site-Specific Agricultural Application”. *IEEE Transactions On Automation Science And Engineering*, 2017.
- [15] Ery Safrianti, Rahyul Amri dan Septian Budiman. "Prototype Robot Pemadam Api Beroda Menggunakan Teknik Navigasi Wall Follower". *Jurnal Rekayasa Elektrika*, Vol. 10, No. 2, Oktober 2012.
- [16] Zulaikha. Wibawa, Prasetya Dwi dan Cahyantari Ekaputri3. "Robot Motion Controlling System Based On Wall And Line Follower". *e-Proceeding of Engineering*, Vol.4, No.3 Desember 2017. Page 3145.
- [17] Janis, Daisy A.N. David Pang dan Wuwung. 2014. “Rancang Bangun Robot Pengantar Makanan Line Follower”. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*. ISSN: 2301-8402.
- [18] Punetha, Deepak. Neeraj Kumar dan Vartika Mehta. 2013. “Development and Applications of Line Following Robot Based Health Care Management System”. *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering and Technology*. ISSN: 2278 – 1323.
- [19] Firdaus. M, Syaryadhi. M, Rahman. “Pengendalian Robot Mobil Otonom Pemotong Rumput Menggunakan Metode Logika Fuzzy”. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Syiah Kuala*, Vol.2 No.2 2017: 36-43.
- [20] Redaksi Agro Media. *Budi Daya dan Bisnis Cabai*.Agromedia Pustaka. 2008.

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



- [21] Buku Petunjuk Teknis Teknologi Budi Daya Cabai Merah. Badan Penerbit Universitas Riau UR PRESS. 2017
- [22] Budidaya Cabai Yang Baik Dan Benar. <http://www.fao.org/3/a-be829o.pdf>
- [23] Prajanta, F., 2011. *Mengatasi Permasalahan Bertanam Cabai*. Jakarta: Penebar Swadaya
- [24] Teknik Aplikasi Pestisida Pertanian. Kanisius. 2008
- [25] Arduino. <https://playground.arduino.cc/Main/ACPhaseControl>. (Diakses 03 Juni, 2019).
- [26] Arduino. <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno?setlang=en> (Diakses 03 Juni, 2019).
- [27] Arduino. <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno?setlang=en>. (Diakses 03 Juni, 2019).
- [28] HY-SRF05. <http://datasheetspdf.com>. (Diakses 05 Juni, 2019).
- [29] BTS7960 High Current 43A..<https://www.handsontec.com>. (Diakses 10 Juli, 2019).
- [30] Toyota, 2004, Toyota Kijang Innova Lectrical Wiring Diagram Seri KUN 40 Seri TGN 40,41, penerbit, PT. Toyota Astra Motor, Jakarta
- [31] SPT SERVO. https://www.spt_servo.com (Diakses 10 November, 2019).
- [32] DC Controlled Dimmer. Modifications and typographical errors reserved velleman nv.h8064IP-2014.
- [33] Saleh Muhammad. “Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay”. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Mercu Buana*, vol. 8 No. 2 Mei 2017.
- [34] Yusuf. Muhammad, Iswanaty, R. Rahmat. “Implementasi Robot LineFollower Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Metode Proportional–Integral–DerivativeController (Pid)”. *SemanTIK*. Vol.2, 2016. Pp. 111-12
- [35] Step Down XL1405. <http://www.jokjarobotik.com>. (Diakses 11 Juli, 2019).

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



- [36] Buzzer. <http://www.farnell.com/datasheets/2171929>. (Diakses 11 Juli, 2019).
- [37] Pengertian dan Fungsi Baterai (Aki). <https://www.kitapunya.net/2013/12/pengertian-dan-fungsi-baterai-aki> (Diakses 11 Juli, 2019).
- [38] Elwiawan, Arnas A. Djuriatno, Waru. Siwidarto, Ponco. "Implementasi Sistem Navigasi Wall Following Menggunakan Kontroler PID Dengan Metode Tuning Pada Robot Kontes Robot Cerdas Indonesia (KRCI) Devisi Senior Beroda". Universitas Brawijaya.
- [39] Sulistiadji, Koes. "Teknologi Mekanisme Proteksi Tanaman (SPRAYER)".
- [40] Teknik Penyemprotan Pestisida. www.litbang.pertanian.go.id (Diakses 11 Juli, 2019)
- [41] Dharmawan, Agus. Soekarno, Siswoyo. "Uji Distribusi Semprotan Sprayer Pestisida Dengan Patternator Berbasis Water Level Detektor". *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* vol 9, No 2. 2020.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LAMPIRAN A

1. Koding Program Penyusur Bedengan

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <NewPing.h>
#include <Servo.h>
#define pwm1 6
#define pwm2 5
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
Servo servoAne;

const int PIN_TRIG1 = 13;
const int PIN_ECHO1 = 12;
const int PIN_TRIG2 = 8;
const int PIN_ECHO2 = 7;
const int PIN_TRIG3 = A1;
const int PIN_ECHO3 = A2;

NewPing sonar1(PIN_TRIG1, PIN_ECHO1, 350);
NewPing sonar2(PIN_TRIG2, PIN_ECHO2, 350);
NewPing sonar3(PIN_TRIG3, PIN_ECHO3, 350);

#define DIS 35 //{Jarak Referensi sensor ultrasonik pendeteksi bedengan}

void setup()
{
  lcd.begin();
  servoAne.attach(9);
  pinMode(pwm1, OUTPUT);
  pinMode(pwm2, OUTPUT);
}

//Pengaturan level driver Ibt_2}

int majucepat()
{
  analogWrite(pwm1, 400);
  analogWrite(pwm2, 0);
}

int majupelehan()
```

1. Hak Cipta dan Penemuan: Hak Cipta dan Penemuan adalah hak eksklusif yang diberikan oleh negara kepada pencipta suatu karya intelektual, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



```

analogWrite(pwm1, 400);
analogWrite(pwm2, 0);

int mundur()
{
    analogWrite(pwm1, 0);
    analogWrite(pwm2, 400);
}

int berhenti()
{
    analogWrite(pwm1, 0);
    analogWrite(pwm2, 0);
}

void loop() {
    // Hitung jarak
    delay (50);
    lcd.clear();
    int jarak1 = sonar1.ping_cm();
    // Tampilkan ke Serial Monitor
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print (jarak1);
    lcd.print ("A");
    delay (50);
    int jarak2 = sonar2.ping_cm();
    lcd.setCursor(5,0);
    lcd.print (jarak2);
    lcd.print ("B");
    delay (50);
    int jarak3 = sonar3.ping_cm();
    lcd.setCursor(10,0);
    lcd.print (jarak3);
    lcd.print ("C");
    delay (50);

    if (jarak3 < 40 && jarak3 > 10) //{perintah untuk berbelok di ujung bedengan}
    {
        berhenti();
        delay (250);

        if (jarak1 < jarak2) //{perintah belok kanan}
    
```

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```
{
mundur();
delay (550);
turn_left ();
delay (3250);

majupelan();
delay (400);
turn_right ();
delay (8000);

mundur();
delay (550);
turn_left ();
delay (1000);

majupelan();
delay (400);
forward();
delay (500);

}
else if (jarak1>jarak2) //{perintah belok kiri}
{
mundur();
delay (650);
turn_right ();
delay (3250);

majupelan();
delay (400);
turn_left ();
delay (8000);

mundur();
delay (550);
turn_right();
delay (1000);

majupelan();
delay (400);
forward();
delay (500);
}
```



UIN SUSKA RIAU



```

else if (jarak1 < DIS && jarak2 >10) //{roda depan serong kanan}
{
    majucepat();
    delay (50);
    turn_right1 ();
    // then turn right and then forward
    delay(50);
}
else if (jarak2 < DIS && jarak1 >10 ) //{roda depan serong kiri}
{
    majucepat();
    delay (50);
    turn_left1 ();
    // then turn left and then right
    delay(50);
}
else
{
    //{roda depan bergerak lurus kedepan}
    majucepat();
    delay (50);
    forward();
    delay (250);
}
}
//panggilan fungsi
void forward()
{
    servoAne.write(90);
}
void turn_left1 ()
{
    servoAne.write(115);
}
void turn_right1 ()
{
    servoAne.write(65);
}
void turn_left ()
{
    servoAne.write(145);
}

```

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```

void turn_right () {
  servoAne.write(35);
}

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Koding Program Penyemprotan Pestisida

#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <NewPing.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

const int PIN_TRIG1 = 10;
const int PIN_ECHO1 = 9;
const int PIN_TRIG2 = 8;
const int PIN_ECHO2 = 7;
const int PIN_TRIG3 = A1;
const int PIN_ECHO3 = A2;
const int pin_relay1 = 5;
const int pin_relay2 = 6;
const int pin_relay3 = 4;

NewPing sonar1(PIN_TRIG1, PIN_ECHO1, 350);
NewPing sonar2(PIN_TRIG2, PIN_ECHO2, 350);
NewPing sonar3(PIN_TRIG3, PIN_ECHO3, 350);

void setup()
{
  lcd.begin();
  pinMode(pin_relay1, OUTPUT);
  pinMode(pin_relay2, OUTPUT);
  pinMode(pin_relay3, OUTPUT);
}

void loop() {
  // Hitung jarak
  delay (50);
  lcd.clear();
  int jarak1 = sonar1.ping_cm();
  // Tampilkan ke Serial Monitor
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print (jarak1);
  lcd.print ("A");

```



- HaCipta Dilindungi.
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
- ```

delay (50);
int jarak2 = sonar2.ping_cm();
lcd.setCursor(5,0);
lcd.print (jarak2);
lcd.print ("B");
delay (50);
int jarak3 = sonar3.ping_cm();
lcd.setCursor(10,0);
lcd.print (jarak3);
lcd.print ("C");
delay (50);

if (jarak3 < 40 && jarak3 >10) //{{penghentikan penyemprotan ketika robot berbelok}
{
 digitalWrite(pin_relay3, HIGH);
 delay (12050);
}
else if (jarak1 <90 && jarak2 <90) //{{penyemprotan sisi kanan dan kiri aktif}
{
 digitalWrite(pin_relay3, LOW);
 digitalWrite(pin_relay1, LOW);
 delay (250);
 digitalWrite(pin_relay2, LOW);
 delay (250);
}
else if (jarak1 <90 && jarak2 >90) //{{penyemprotan sisi kanan off dan sisi kiri on}
{
 digitalWrite(pin_relay3, LOW);
 digitalWrite(pin_relay1, LOW);
 delay (250);
 digitalWrite(pin_relay2, HIGH);
 delay (250);
 // turn left side belok kiri
}
else if (jarak1 >90 && jarak2 <90) //{{penyemprotan sisi kanan on dan sisi kiri off}
{
 digitalWrite(pin_relay3, LOW);
 digitalWrite(pin_relay2, LOW);
 delay (250);
 digitalWrite(pin_relay1, HIGH);
 delay(250);
}

```





### Hak Cipta Ditangguhkan oleh UIN Suska Riau

```
digitalWrite (pin_relay1, HIGH);
digitalWrite (pin_relay2, HIGH);
digitalWrite (pin_relay3, LOW);
delay (50);
```



UIN SUSKA RIAU

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 1. Foto Dokumentasi Penelitian



Komponen sistem robot



Kalibrasi sistem robot terhadap lintasan



Penyesuaian sudut tiang semprotan



Penyemprotan pestisida oleh robot



Pengukuran cairan pestisida



Tanaman cabai sebelum disemprot

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Tanaman cabai setelah disemprot







## LAMPIRAN C

### SKRIP WAWANCARA

Nama : Muhammad Budiono/ Pewawancara  
 Agus Salim, S.E,Sy/ Narasumber

Hari /Tanggal : Senin, 14 Februari 2020

Alamat : Kampung Sungai Tengah

### DESKRIPSI HASIL WAWANCARA

Peneliti : Assalamua'alaikum bang, nama saya Muhammad Budiono dari jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Suska Riau, saya ingin melakukan penelitian tugas akhir dengan judul “ Rancang Bangun Penyemprot Pestisida Otonom Dengan Sistem *Wall-Follower* Pada Penyemprotan Tanaman Cabai”, saya ada beberapa pertanyaan untuk melengkapi data di penelitian saya bang, mengenai budi daya tanaman cabai.

Narasumber : Wa'alaikumsalam, ya silahkan.

Peneliti : Berapa tinggi bedengan yang biasa abang pakai?

Narasumber : Biasanya saya membuat bedengan tanaman cabai dengan tinggi hampir 25 cm.

Peneliti : Untuk panjang bedengan berapa bang dan lebar antar bedengan seberapa lebar bang?

Narasumber : Kalau untuk panjang bedengan menyesuaikan dengan luas lahan saja dek, tapi kalau untuk lebar antar bedengan biasanya hampir satu meter dek, biar enak perawatannya.

Peneliti : Penyemprotan pakai alat apa bang?

Narasumber : Tangki sprayer elektrik.

Peneliti : Penyemprotan tanaman cabainya dalam seminggu berapa kali bang?

Narasumber : Seminggu sekali kalau tidak ada serangan hama, tapi kalau ada tanda-tanda serangan hama, misal trips, kutu daun kriting dan serangan jamur seperti antraknosa maka penyemprotan dilakukan 3 hari sekali.

Peneliti : Apakah abang pernah mengalami keracunan setelah penyemprotan bang?

- Narasumber : Iya pernah, kepala terasa pusing, saya juga takut ada efek samping dari pestisida untuk waktu yang mendatang akibat melakukan penyemprotan terus menerus.
- Peneliti : Apakah setelah penyemprotan ada ditemukan cairan pestisida yang menetes dari daun ke tanah bang?
- Narasumber : Ada dek, kadang-kadang tapi, mungkin karena waktu penyemprotan terlalu lama jadi sampai menetes ke tanah racunnya.
- Peneliti : Terimakasih bang, atas waktunya, sudah bersedia untuk diwawancarai tentang budidaya tanaman cabai.
- Narasumber : Iya sama-sama

Siak, 14 Februari 2020

Mahasiswa

Petani Cabai



Muhammad Budiono



Agus Salim, S.E., Sy



UIN SUSKA RIAU

## SKRIP WAWANCARA

Nama : Muhammad Budiono/ Pewawancara  
Bapak Ni,an/ Narasumber  
Hari /Tanggal : Selasa, 29 Juni 2021  
Alamat : Jl. Garuda Sakti Km. 3, Kecamatan Tampan, Pekanbaru

### **DESKRIPSI HASIL WAWANCARA**

- Peneliti : Assalamua'alaikum pak, nama saya Muhammad Budiono dari jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Suska Riau, saya ingin melakukan penelitian tugas akhir dengan judul " Rancang Bangun Penyemprot Pesticida Otonom Dengan Sistem *Wall-Follower* Pada Penyemprotan Tanaman Cabai", saya ada beberapa pertanyaan untuk melengkapi data di penelitian saya bang, mengenai budi daya tanaman cabai.
- Narasumber : Wa'alaikumsalam, ya silahkan.
- Peneliti : Jenis cabai apa yang bapak tanam pak?
- Narasumber : Ini jenis cabai merah keriting atau biasa disebut CMK lokal.
- Peneliti : Untuk panjang bedengan berapa pak dan lebar antar bedengan seberapa lebar pak?
- Narasumber : Kalau untuk panjang bedengan menyesuaikan dengan luas lahan saja dek, tapi kalau untuk lebar antar bedengan biasanya hampir satu meter dek, biar enak perawatannya.
- Peneliti : Untuk perawatannya bagaimana pak?
- Narasumber : Dalam budidaya CMK kita tidak boleh lengah dalam perawatan karena cabai merah keriting lebih mudah terserang hama dan penyakit misal keriting, lalat buah dan antraknosa.
- Peneliti : Rentang penyemprotannya berapa hari sekali pak?
- Narasumber : Kalau ditemukan tanda-tanda serangan hama dan penyakit maka penyemprotan pestisida dilakukan 3 hari sekali, sedangkan jika tidak ada tanda-tanda serangan maka penyemprotan dilakukan seminggu sekali sebagai tindakan pencegahan.





- Peneliti : Jenis pestisida yang biasa bapak pakai apa pak untuk mengatasi serangan hama dan penyakit?
- Narasumber : Biasanya agrimec sama pegasus untuk kutu-kutuan, amistarop untuk antraknosa dan curacron untuk lalat buah.
- Peneliti : Apakah bapak pernah mengalami tanda keracunan setelah penyemprotan pak?
- Narasumber : Iya pernah, kepala terasa pusing, akibat tidak memakai alat pelindung diri yang lengkap saat penyemprotan.
- Peneliti : Apakah setelah penyemprotan ada ditemukan cairan pestisida yang menetes dari daun ke tanah pak?
- Narasumber : Ada dek, kadang-kadang tapi.
- Peneliti : Terimakasih Pak, atas waktunya, sudah bersedia untuk diwawancarai tentang budi daya tanaman cabai.
- Narasumber : Iya sama-sama

Mahasiswa

Muhammad Budiono

Pekanbaru, 29 Juni 2021

Petani Cabai

Bapak Ni'an

UIN SUSKA RIAU

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LAMPIRAN D

### Lampiran Foto Wawancara



Foto bersama petani cabai



Petani panen cabai



Bedengan tanaman cabai



Lahan budi daya tanaman cabai



Lintasan perawatan dan pemanenan tanam cabai



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Foto bersama petani cabai



Petani panen cabai



Bedengan tanaman cabai



Lahan budi daya tanaman cabai



Lintasan perawatan dan pemanenan tanam cabai





## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



**Muhammad Budiono**, Lahir di Parit Lapis pada tanggal 13 Maret 1997. Penulis merupakan anak keempat dari empat bersaudara dari pasangan suami istri Bpk. Nyoto dan ibu Turimah yang beralamat di Desa Sungai Tengah, Kec. Sabak Auh, Kab. Siak, Riau. Penulis dapat dihubungi pada:  
Email : [muhammadbudiono08@gmail.com](mailto:muhammadbudiono08@gmail.com)  
HP : 082285220614

Pengalaman pendidikan yang dilalui dimulai pada SD Negeri 006 Sungai Tengah pada tahun 2003 dan lulus pada tahun 2009. Kemudian dilanjutkan di MTS Guppi Bandar Sungai dan lulus tahun 2012. Setelah lulus dari MTS pendidikan dilanjutkan di MA Hidayatul Mubtadiin Sabak Auh dan lulus pada tahun 2015. Kemudian melanjutkan kuliah di Program Studi Teknik Elektro Konsentrasi Elektronika Instrumentasi Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau dan lulus pada tahun 2021. Penelitian tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Robot Penyemprot Pesticida Otonom Dengan Sistem *Wall-Follower* Pada Penyemprotan Tanaman Cabai”.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.